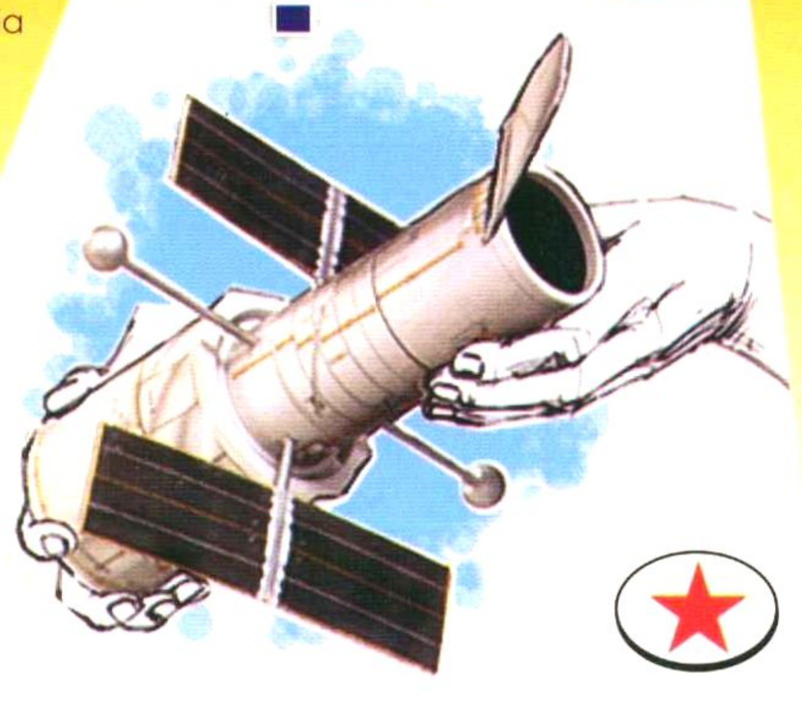
HOÀNG DANH TÀI

# HƯỚNG DẪN GIẢI NHANH CÁC DẠNG BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

MỚI

# VẬT LÍ

- Dành cho HS lớp 12 ôn tập & nâng cao kĩ năng làm bài.
- Chuẩn bị cho các kì thi quốc gia do Bộ GD&ĐT tổ chức.



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

HOÀNG DANH TÀI

# HƯỚNG DẪN GIẢI NHANH CÁC DẠNG BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

# VẬT LÍ

## TẬP 1

- Dành cho HS lớp 12 ôn tập & nâng cao kĩ năng làm bài.
- Chuẩn bị cho các kì thi quốc gia do Bộ GD&ĐT tổ chức.

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

**NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI**
16 Hàng Chuối - Hai Bà Trưng - Hà Nội
ĐT (04) 9715013; (04) 9724770. Fax: (04) 9714899
***

***Chịu trách nhiệm xuất bản:***

*Giám đốc* PHÙNG QUỐC BẢO
*Tổng biên tập* NGUYỄN BÁ THÀNH

*Biên tập nội dung*
NGỌC LAN
*Sửa bài*
ANH THƯ
*Chế bản*
CÔNG TI ANPHA
*Trình bày bìa*
SƠN KỲ
*Đối tác liên kết xuất bản*
CÔNG TI ANPHA

SÁCH LIÊN KẾT

**HƯỚNG DẪN GIẢI NHANH CÁC DẠNG BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM VẬT LÍ - tập 1**
Mã số: 1L-498ĐH2008
In 2.000 cuốn, khổ 16 x 24 cm tại Công ti Bao bì Hưng Phú
Số xuất bản: 942-2008/CXB/06-165/ĐHQGHN, ngày 15/10/2008
Quyết định xuất bản số: 498 LK-TN/XB
In xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2009.

# LỜI NÓI ĐẦU

Trong quá trình ôn luyện để chuẩn bị cho kỳ thi tốt nghiệp THPT, tuyển sinh Đại học, Cao đẳng và THCN chắc rằng các bạn học sinh sẽ luôn tự hỏi: ***Có những dạng bài tập nào? Phương pháp giải chúng như thế nào?*** Đặc biệt đối với hình thức thi Trắc nghiệm khách quan như ở bộ môn Vật lí thì thời gian để trả lời mỗi câu hỏi là rất ít, do vậy việc người học cần có được những phương pháp giải các dạng bài tập trong chương trình một cách ***nhanh nhất*** là điều thiết yếu.

Nhằm đáp ứng nhu cầu đó, chúng tôi biên soạn bộ sách ***"Hướng dẫn giải nhanh các dạng bài tập trắc nghiệm Vật lí 12"***. Bộ sách được soạn theo chương trình và sách giáo khoa ***ban cơ bản*** và ***ban nâng cao*** do Bộ giáo dục và Đào tạo phát hành từ năm 2008. Bộ sách gồm 2 tập:

**Tập 1:** Bao gồm các chương:

- Động lực học vật rắn
- Dao động cơ học
- Sóng cơ học

**Tập 2:** Bao gồm các chương:

- Dao động và sóng điện từ
- Dòng điện xoay chiều
- Sóng ánh sáng
- Lượng tử ánh sáng
- Sơ lược về thuyết tương đối hẹp
- Hạt nhân nguyên tử
- Từ vi mô đến vĩ mô

Mỗi cuốn sách được chia theo chương như ở sách giáo khoa, mỗi chương lại được chia thành từng chủ đề riêng gồm nhiều dạng bài tập, đây là những dạng bài tập cơ bản và thường gặp trong các kỳ thi tốt nghiệp THPT, tuyển sinh Đại học, Cao đẳng và THCN. Đối với mỗi dạng toán, chúng tôi trình bày theo trình tự sau:

***1. Phương pháp giải:*** trình bày những phương pháp giải nhanh, những kiến thức cơ bản cần ghi nhớ.

2. ***Bài tập mẫu:*** nhằm mục đích minh hoạ cho việc sử dụng phương pháp đã đưa ra.

3. ***Bài tập luyện tập:*** giới thiệu một hệ thống các bài tập cơ bản và thường gặp.

Ngoài ra, để giúp các bạn học sinh linh động trong việc xác định dạng bài tập, cuối mỗi chủ đề chúng tôi cũng đưa ra hệ thống ***Bài tập tổng hợp*** của các dạng bài tập trong chủ đề đó. Phần ***Bài tập ôn tập*** giúp các em ôn tập lại một cách có hệ thống toàn bộ kiến thức của mình. Để giúp các em có thể tự kiểm tra, cuối mỗi cuốn sách chúng tôi đều có bảng đáp án các bài tập và hướng dẫn giải.

Các bài tập trong bộ sách đã được sắp xếp một cách có hệ thống và hợp lý theo từng vấn đề nhỏ và độ khó tăng dần, do vậy để sử dụng có hiệu quả các em nên đọc kỹ phần **Phương pháp** giải, sau đó xem phần **Bài tập** mẫu và thực hành giải các bài tập ở phần **Bài tập** luyện tập theo đúng trình tự như đã sắp xếp.

Mặc dù được biên soạn cẩn thận, song chắc rằng cuốn sách không thể tránh khỏi những khiếm khuyết. Tác giả mong nhận được những ý kiến đóng góp quý báu của bạn đọc gần xa để cuốn sách được hoàn thiện hơn cho lần tái bản sau.


Mọi ý kiến đóng góp xin liên hệ:

***- Trung tâm sách giáo dục Anpha***

225C Nguyễn Tri Phương, P.9, Q.5, Tp. HCM.

***- Công ti sách - thiết bị giáo dục ANPHA***

50 Nguyễn Văn Săng, Quận Tân Phú, TP.HCM

ĐT: 08.62676463, 38547464.

Email: alphabookcenter@yahoo.com


Xin trân trọng cảm ơn!

**Chương I**

# ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN

*Các dạng toán thường gặp:*

1. *Bài toán liên quan đến phương trình động học của vật rắn quay quanh một trục cố định*
2. *Bài toán liên quan đến phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định*
3. *Vận dụng định luật bảo toàn momen động lượng*
4. *Vận dụng định lý động năng của vật rắn quay quanh một trục cố định*

## Dạng 1. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

### A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Để giải các bài toán về dạng này, cần ghi nhớ các kiến thức sau:

***1. Tốc độ góc:***

+ Tốc độ góc trung bình: $\omega_{tb} = \dfrac{\Delta\varphi}{\Delta t}$

+ Tốc độ góc tức thời: $\omega_{tb} = \varphi'(t)$

***2. Gia tốc góc:***

+ Gia tốc góc trung bình: $\gamma_{tb} = \dfrac{\Delta\omega}{\Delta t}$

+ Tốc độ góc tức thời: $\gamma_{tb}' = \omega'(t)$

***3. Các phương trình động học của chuyển động quay:***

+ Chuyển động quay đều ($\omega$ = const): $\varphi = \varphi_0 + \omega t$

+ Chuyển động quay biến đổi đều ($\gamma$ = const):

$$\omega = \omega_0 + \gamma t$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2$$

$$\omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma(\varphi - \varphi_0)$$

*Lưu ý:* 1) Nếu vật quay theo một chiều nhất định, người ta chọn chiều dương để $\omega > 0$, khi đó:

+ Nếu tốc độ góc $\omega$ tăng theo thời gian ($\gamma > 0$) thì chuyển động quay là nhanh dần.

+ Nếu tốc độ góc $\omega$ giảm theo thời gian ($\gamma < 0$) thì chuyển động quay là chậm dần.

Trong trường hợp tổng quát: Quay là nhanh dần nếu $\omega\gamma > 0$, là chậm dần nếu $\omega\gamma < 0$.

2) Trong nhiều trường hợp, bài toán cho tốc độ góc $\omega$ dưới dạng vòng/phút, khi đó cần thực hiện phép đổi: 1 vòng/phút = $\frac{2\pi}{60}$ rad/s rồi mới áp dụng được các công thức trên.

***4. Gia tốc của chuyển động quay***

* *Gia tốc pháp tuyến (gia tốc hướng tâm)* $\vec{a}_n$: Đặc trưng cho sự thay đổi về hướng của tốc độ dài $\vec{v}$ ($\vec{a}_n \perp \vec{v}$): $a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$

* *Gia tốc tiếp tuyến* $\vec{a}_t$: Đặc trưng cho sự thay đổi về độ lớn của $\vec{v}$ ($\vec{a}_t$ và $\vec{v}$ cùng phương): $a_t = \frac{dv}{dt} = v'(t) = r\omega'(t) = r\gamma$

* *Gia tốc toàn phần* $\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t$: $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$

Góc $\alpha$ hợp giữa $\vec{a}$ và $\vec{a}_n$: $\tan\alpha = \frac{a_t}{a_n} = \frac{\gamma}{\omega^2}$

***Lưu ý:*** Vật rắn quay đều thì $a_t = 0 \Rightarrow \vec{a} = \vec{a}_n$

## B – BÀI TẬP MẪU

***Thí dụ 1.1.*** Một bánh xe đang quay quanh trục của nó với tốc độ góc 360 vòng/phút thì bị hãm lại với gia tốc góc 6 rad/s$^2$. Hỏi sau bao lâu thì bánh xe dừng lại?

A. 6,28 s B. 54 s C. 75 s D. 9,34 s

**Hướng dẫn giải:**

Đổi: $\omega_0$ = 360 vòng/phút = $12\pi$ rad/s

Ta có: $\omega = \omega_0 + \gamma t$ (vì bánh xe chuyển động chậm dần nên $\gamma = -6$ rad/s$^2$)

Khi bánh xe dừng lại: $\omega = 0 \Rightarrow \omega_0 + \gamma t = 0$

$$\Rightarrow t = -\frac{\omega_0}{\gamma} = -\frac{12\pi}{-6} \approx 6,28 \text{ (s)}$$

Chọn phương án A.

**Thí dụ 1.2.** Phương trình chuyển động quay biến đổi đều của một vật rắn quanh một trục cố định có dạng $\varphi = 4 + 2t + 2t^2$ rad. Tốc độ góc của vật tại thời điểm t = 2 s là:

A. 6 rad/s B. 8 rad/s C. 10 rad/s D. 12 rad/s

**Hướng dẫn giải:**

Ta biết phương trình chuyển động quay biến đổi đều của một vật rắn quanh một trục cố định có dạng $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2$.

Đối chiếu với phương trình của bài toán đưa ra ta tìm được:

$\omega_0 = 2\ \text{rad/s}$ và $\gamma = 4\ \text{rad/s}^2 \Rightarrow \omega = \omega_0 + \gamma t = 2 + 4.2 = 10\ (\text{rad/s})$

Chọn phương án C.

# C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 1.1.** Khi vật rắn quay quanh một trục cố định, mọi điểm khác nhau của vật có đặc điểm nào sau đây:

A. có cùng một góc quay.

B. có góc quay khác nhau.

C. cùng chuyển động trên một quỹ đạo tròn.

D. có quỹ đạo nằm trong mặt phẳng chứa trục.

**Câu 1.2.** Một đĩa phẳng đang quay quanh trục cố định đi qua tâm và vuông góc với mặt phẳng đĩa với tốc độ góc không đổi. Một điểm bất kì nằm ở mép đĩa

A. không có cả gia tốc hướng tâm và gia tốc tiếp tuyến

B. chỉ có gia tốc hướng tâm mà không có gia tốc tiếp tuyến

C. chỉ có gia tốc tiếp tuyến mà không có gia tốc hướng tâm

D. có cả gia tốc hướng tâm và gia tốc tiếp tuyến.

**Câu 1.3.** Đơn vị của tốc độ góc là:

A. m/s. B. $m/s^2$ C. rad/s D. $rad/s^2$

**Câu 1.4.** Đơn vị của gia tốc góc là

A. kg.m/s B. $rad/s^2$ C. $kg.rad/s^2$ D. rad/s

**Câu 1.5.** Một vật rắn quay quanh một trục cố định với tốc độ góc không đổi. Tính chất chuyển động của vật rắn là:

A. quay chậm dần đều B. quay nhanh dần đều

C. quay đều D. quay biến đổi đều

**Câu 1.6.** Cho vật rắn quay đều quanh trục quay cố định. Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về điểm M nằm trên vật rắn và cách trục quay một khoảng R:

A. tốc độ góc của M tỉ lệ với khoảng cách R

B. tốc độ góc của M tỉ lệ nghịch với khoảng cách R

C. tốc độ dài của M tỉ lệ với khoảng cách R

D. tốc độ dài của M tỉ lệ nghịch với khoảng cách R.

**Câu 1.7.** Khi một vật rắn quay đều quanh một trục cố định đi qua vật thì một điểm xác định trên vật ở cách trục quay một khoảng $r \neq 0$ có

A. vectơ tốc độ dài biến đổi.

B. vectơ tốc độ dài không đổi.

C. độ lớn tốc độ góc biến đổi.

D. độ lớn tốc độ dài biến đổi.

**Câu 1.8.** Một vật rắn đang quay quanh một trục cố định xuyên qua vật. Ở cùng một thời điểm, các điểm trên vật rắn (không thuộc trục quay):

A. càng xa trục quay có gia tốc càng lớn.

B. có cùng gia tốc hướng tâm.

C. có cùng tốc độ dài.

D. có cùng tốc độ góc.

**Câu 1.9.** Trong chuyển động quay biến đổi đều, gia tốc góc là một đại lượng

A. không đổi theo thời gian

B. dương, nếu chuyển động quay nhanh dần đều

C. âm, nếu chuyển động quay chậm dần đều

D. biến đổi theo thời gian

**Câu 1.10.** Một vật rắn đang quay đều quanh một trục cố định đi qua vật. Tốc độ dài của một điểm xác định trên vật rắn ở cách trục quay một khoảng $r \neq 0$ có độ lớn

A. tăng dần theo thời gian.

B. giảm dần theo thời gian.

C. không đổi.

D. biến đổi đều.

**Câu 1.11.** Khi vật rắn quay đều quanh một trục cố định thì một điểm trên vật rắn cách trục quay một khoảng r có tốc độ dài là v. Tốc độ góc $\omega$ của vật rắn là

A. $\omega = \frac{v}{r}$.

B. $\omega = \frac{v^2}{r}$.

C. $\omega = vr$.

D. $\omega = \frac{r}{v}$.

**Câu 1.12.** Khi vật rắn quay đều quanh một trục cố định với tốc độ góc ω (ω = hằng số) thì một điểm trên vật rắn cách trục quay một khoảng r có tốc độ dài là v. Gia tốc góc γ của vật rắn là

A. $\gamma = 0$.   B. $\gamma = \frac{v^2}{r}$.   C. $\gamma = \omega^2 r$.   D. $\gamma = \omega r$.

**Câu 1.13.** Phát biểu nào sau đây là **không đúng** đối với chuyển động quay nhanh dần đều của vật rắn quanh một trục cố định?

A. Tốc độ góc là một hàm bậc nhất của thời gian.

B. Gia tốc góc của vật là không đổi và khác 0.

C. Trong những khoảng thời gian bằng nhau, vật quay được những góc không bằng nhau.

D. Phương trình chuyển động (phương trình toạ độ góc) là một hàm bậc nhất của thời gian.

**Câu 1.14.** Hai học sinh A và B đứng trên chiếc đu đang quay tròn, A ở ngoài rìa, B ở cách tâm một đoạn bằng nửa bán kính của đu. Gọi $\omega_A$, $\omega_B$, $\gamma_A$, $\gamma_B$ lần lượt là tốc độ góc và gia tốc góc của A và B. Kết luận nào sau đây là **đúng**?

A. $\omega_A = \omega_B, \gamma_A = \gamma_B$   B. $\omega_A > \omega_B, \gamma_A > \gamma_B$

C. $\omega_A < \omega_B, \gamma_A = \gamma_B$   D. $\omega_A = \omega_B, \gamma_A > \gamma_B$

**Câu 1.15.** Hai học sinh A và B đứng trên chiếc đu đang quay tròn đều, A ở ngoài rìa, B ở cách tâm một đoạn bằng nửa bán kính của đu. Gọi $v_A$, $v_B$, $a_A$, $a_B$ lần lượt là tốc độ dài và gia tốc dài của A và B. Kết luận nào sau đây là **đúng**?

A. $v_A = v_B$, $a_A = 2a_B$.   B. $v_A = 2v_B$, $a_A = 2a_B$.

C. $v_A = 0{,}5v_B$, $a_A = a_B$.   D. $v_A = 2v_B$, $a_A = a_B$.

**Câu 1.16.** Một vật rắn đang quay đều quanh một trục cố định Δ thì một điểm xác định trên vật cách trục quay Δ một khoảng $r \neq 0$ có

A. vectơ gia tốc hướng tâm không đổi theo thời gian.

B. vectơ gia tốc toàn phần hướng vào tâm quỹ đạo của điểm đó.

C. độ lớn gia tốc toàn phần bằng không.

D. độ lớn gia tốc hướng tâm lớn hơn độ lớn gia tốc toàn phần.

**Câu 1.17.** Một vật rắn quay biến đổi đều quanh một trục cố định đi qua vật. Một điểm xác định trên vật rắn cách trục quay khoảng $r \neq 0$ có

A. tốc độ góc không biến đổi theo thời gian.

B. gia tốc góc biến đổi theo thời gian.

C. độ lớn gia tốc dài biến đổi theo thời gian.

D. tốc độ góc biến đổi theo thời gian.

**Câu 1.18.** Một vật rắn đang quay nhanh dần đều quanh một trục cố định xuyên qua vật. Một điểm trên vật rắn không nằm trên trục quay có

A. gia tốc tiếp tuyến hướng vào tâm quỹ đạo.

B. gia tốc tiếp tuyến tăng dần, gia tốc hướng tâm giảm dần.

C. độ lớn của gia tốc tiếp tuyến luôn lớn hơn độ lớn của gia tốc hướng tâm.

D. gia tốc tiếp tuyến cùng chiều với chiều quay của vật rắn ở mỗi thời điểm.

**Câu 1.19.** Một vật rắn đang quay chậm dần đều quanh một trục cố định xuyên qua vật thì

A. gia tốc góc luôn có giá trị âm.

B. tích tốc độ góc và gia tốc góc là số âm.

C. tích tốc độ góc và gia tốc góc là số dương.

D. tốc độ góc luôn có giá trị âm.

**Câu 1.20.** Một vật rắn quay chậm dần đều quanh một trục cố định xuyên qua vật. Tại một điểm xác định trên vật cách trục quay một khoảng $r \neq 0$ thì đại lượng nào sau đây không phụ thuộc r?

A. Tốc độ dài. B. Tốc độ góc.

C. Gia tốc tiếp tuyến. D. Gia tốc hướng tâm.

**Câu 1.21.** Mối liên hệ nào sau đây giữa dấu của gia tốc góc $\gamma$ và độ lớn của tốc độ góc $\omega$ là **đúng**:

A. khi tốc độ góc dương, nếu $\gamma > 0$ thì tốc độ góc giảm.

B. khi tốc độ góc dương, nếu $\gamma < 0$ thì tốc độ góc tăng.

C. khi tốc độ góc âm, nếu $\gamma < 0$ thì tốc độ góc giảm.

D. khi tốc độ góc dương, nếu $\gamma > 0$ thì tốc độ góc tăng.

**Câu 1.22.** Một cánh quạt dài 20 cm, quay với tốc độ góc không đổi $\omega = 112$ rad/s. Tốc độ dài của một điểm ở trên cánh quạt và cách trục quay của cánh quạt một đoạn 15 cm là

A. 22,4 m/s. B. 2240 m/s. C. 16,8 m/s. D. 1680 m/s.

**Câu 1.23.** Một cánh quạt của máy phát điện chạy bằng sức gió có đường kính khoảng 80 m, quay đều với tốc độ góc 45 vòng/phút. Tốc độ dài tại một điểm nằm ở vành cánh quạt bằng

A. 3600 m/s. B. 1800 m/s. C. 188,4 m/s. D. 376,8 m/s.

**Câu 1.24.** Một cánh quạt dài 20 cm, quay với tốc độ góc không đổi $\omega = 90$ rad/s. Gia tốc toàn phần của một điểm ở vành cánh quạt bằng

A. 18 m/s$^2$. B. 324 m/s$^2$. C. 1620 m/s$^2$. D. 162000 m/s$^2$.

**Câu 1.25.** Một người đi xe đạp chuyển động thẳng đều với tốc độ 27 km/h. Biết khoảng cách từ trục bánh xe đến mép ngoài của lốp là 30 cm. Bánh xe quay với tốc độ góc bằng:

A. 90 vòng/phút. B. 205 vòng/phút.

C. 239 vòng/phút. D. 810 vòng/phút.

**Câu 1.26.** Coi Trái Đất như một hình cầu có bán kính R = 6400 km quay đều quanh trục đi qua các địa cực với tốc độ $\omega$ = 1 vòng/24 h. Tốc độ dài tại một điểm trên mặt đất ở vĩ độ $\alpha = 30^0$ là:

A. v = 306 m/s B. v = 403 m/s

C. v = 200 m/s D. Giá trị khác A, B, C

**Câu 1.27.** Một bánh xe quay nhanh dần đều quanh một trục cố định với gia tốc góc 0,5 rad/s$^2$. Tại thời điểm 0 s thì bánh xe có tốc độ góc 2 rad/s. Hỏi đến thời điểm 6 s thì bánh xe có tốc độ góc bằng bao nhiêu?

A. 3 rad/s. B. 5 rad/s. C. 11 rad/s. D. 12 rad/s.

**Câu 1.28.** Một bánh đà được đưa đến tốc độ góc 270 vòng/phút trong 3s. Gia tốc góc trung bình trong thời gian tăng tốc của bánh đà là:

A.$3\pi$ (rad/s$^2$) B. $9\pi$ (rad/s$^2$) C. $18\pi$ (rad/s$^2$) D. $54\pi$ (rad/s$^2$)

**Câu 1.29.** Một bánh xe bắt đầu quay nhanh dần đều quanh một trục cố định của nó. Sau 10 s kể từ lúc bắt đầu quay, tốc độ góc bằng 30 rad/s. Tốc độ góc của bánh xe sau 15 s kể từ lúc bắt đầu quay bằng

A. 15 rad/s B. 25 rad/s C. 45 rad/s D. 50 rad/s

**Câu 1.30.** Một cái đĩa ban đầu đứng yên bắt đầu quay nhanh dần quanh một trục cố định đi qua đĩa với gia tốc góc không đổi bằng 2 rad/s$^2$. Góc mà đĩa quay được sau thời gian 10 s kể từ khi đĩa bắt đầu quay là

A. 20 rad. B. 100 rad. C. 50 rad. D. 10 rad.

**Câu 1.31.** Một vật rắn quay quanh trục cố định từ trạng thái nghỉ với gia tốc không đổi. Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về mối quan hệ giữa số vòng quay n của vật đó với thời gian quay t:

A. $n \sim \sqrt{t}$ B. $n \sim t$ C. $n \sim t^2$ D. $n \sim t^3$.

**Câu 1.32.** Một vật rắn bắt đầu quay nhanh dần đều quanh một trục cố định. Sau 5 s kể từ lúc bắt đầu quay, tốc độ góc của vật có độ lớn bằng 8 rad/s. Sau 3 s kể từ lúc bắt đầu quay, vật này quay được góc bằng

A. 5,9 rad. B. 4,25 rad. C. 2,56 rad. D. 3,25 rad.

**Câu 1.33.** Tại thời điểm t = 0, một vật rắn bắt đầu quay quanh một trục cố định xuyên qua vật với gia tốc góc không đổi. Sau 5 s nó quay được một góc 25 rad. Tốc độ góc tức thời của vật tại thời điểm t = 5 s là

A. 5 rad/s B. 15 rad/s C. 25 rad/s D. 10 rad/s.

**Câu 1.34.** Một bánh xe đang quay với tốc độ góc 24 rad/s thì bị hãm. Bánh xe quay chậm dần đều với gia tốc góc có độ lớn 2 rad/$s^2$. Thời gian từ lúc hãm đến lúc bánh xe dừng bằng

A. 24 s B. 8 s C. 12 s D. 16 s.

**Câu 1.35.** Tại thời điểm t = 0, một vật rắn bắt đầu quay quanh một trục cố định xuyên qua vật với gia tốc góc không đổi. Sau 4 s nó quay được một góc 20 rad. Góc mà vật rắn quay được từ thời điểm 0 s đến thời điểm 6 s là

A. 15 rad. B. 30 rad. C. 45 rad. D. 90 rad.

**Câu 1.36.** Một bánh xe quay nhanh dần đều từ trạng thái nghỉ, sau 10 s đạt được tốc độ góc 20 rad/s. Trong 10 s đó bán kính của bánh xe quay được một góc:

A. $\Delta\varphi = 2$ rad B. $\Delta\varphi = 100$ rad C. $\Delta\varphi = 4$ rad D. $\Delta\varphi = 200$ rad .

**Câu 1.37.** Vật rắn quay tròn từ trạng thái nghỉ với gia tốc góc không đổi. Sau khi quay được n = 4 vòng thì tốc độ đạt được của điểm M cách trục quay r = 2 m là v = 28 m/s. Gia tốc góc của vật là:

A. 1,4 rad/$s^2$ B. 3,9 rad/$s^2$ C. 14 rad/$s^2$ D. 39 rad/$s^2$.

**Câu 1.38.** Một vật chuyển động quay biến đổi đều, trong 2 phút tốc độ góc biến đổi từ 60 vòng/phút đến 780 vòng/phút. Trong 2 phút đó, vật quay được bao nhiêu vòng?

A. 120 vòng B. 840 vòng C. 1 680 vòng D. 1 560 vòng

**Câu 1.39.** Một bánh xe đang quay với tốc độ góc 20π rad/s thì bị hãm lại, quay chậm dần và sau thời gian 20 s thì dừng lại. Số vòng mà bánh xe quay được từ lúc hãm phanh cho đến lúc dừng hẳn là:

A. 20 vòng B. 50 vòng C. 80 vòng D. 100 vòng

**Câu 1.40.** Một vật rắn đang quay quanh một trục cố định xuyên qua vật với tốc độ góc 20 rad/s thì bắt đầu quay chậm dần đều và dừng lại sau 4 s. Góc mà vật rắn quay được trong 1 s cuối cùng trước khi dừng lại (giây thứ tư tính từ lúc bắt đầu quay chậm dần) là

A. 37,5 rad. B. 2,5 rad. C. 17,5 rad. D. 10 rad.

**Câu 1.41.** Một chất điểm chuyển động trên một đường tròn bán kính $r = 20$ cm với gia tốc tiếp tuyến $a_t = 5\ cm/s^2$. Sau bao lâu kể từ khi bắt đầu chuyển động, gia tốc tiếp tuyến bằng gia tốc pháp tuyến:

A. 1 s B. 1,5 s C. 2 s D. 2,5 s

**Câu 1.42.** Một bánh xe có đường kính 50 cm quay nhanh dần đều từ trạng thái đứng yên, sau 4 s thì tốc độ góc đạt 120 vòng/phút. Gia tốc hướng tâm của điểm ở vành bánh xe sau khi tăng tốc được 2 s từ trạng thái đứng yên là

A. 9,86 $m/s^2$. B. 315,8 $m/s^2$. C. 25,1 $m/s^2$. D. 39,4 $m/s^2$.

**Câu 1.43.** Độ dài kim giờ của một đồng hồ bằng 3/5 độ dài của kim phút. Tỉ số giữa gia tốc của đầu kim giờ và đầu kim phút là bao nhiêu? Coi đầu kim giờ và đầu kim phút chuyển động tròn đều.

A. $\frac{1}{20}$ B. 20 C. $\frac{1}{240}$ D. 240.

**Câu 1.44.** Một vật rắn quay quanh một trục cố định xuyên qua vật với phương trình tọa độ góc: $\varphi = \pi + t^2$, trong đó $\varphi$ tính bằng rađian (rad) và t tính bằng giây (s). Gia tốc góc của vật rắn bằng

A. $\pi$ $rad/s^2$. B. 0,5 $rad/s^2$. C. 1 $rad/s^2$. D. 2 $rad/s^2$.

**Câu 1.45.** Một vật rắn quay quanh một trục cố định đi qua vật có phương trình chuyển động $\varphi = 10 + t^2$ ($\varphi$ tính bằng rad, t tính bằng giây). Tốc độ góc và góc mà vật quay được sau thời gian 5 giây kể từ thời điểm $t = 0$ lần lượt là

A. 10 rad/s và 25 rad B. 5 rad/s và 25 rad

C. 10 rad/s và 35 rad D. 5 rad/s và 35 rad.

**Câu 1.46.** Một vật rắn quay quanh một trục cố định xuyên qua vật. Góc quay $\varphi$ của vật rắn biến thiên theo thời gian t theo phương trình: $\varphi = 2 + 2t + t^2$, trong đó $\varphi$ tính bằng rađian (rad) và t tính bằng giây (s). Một điểm trên vật rắn và cách trục quay khoảng $r = 10$ cm thì có tốc độ dài bằng bao nhiêu vào thời điểm $t = 1$ s ?

A. 0,4 m/s. B. 50 m/s. C. 0,5 m/s. D. 40 m/s.

## Dạng 2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LỰC HỌC CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

### A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Khi giải các bài toán dạng này, trước hết ta viết phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định:

$$M = I\gamma \text{ hay } \gamma = \frac{M}{I}$$

Trong đó:

$M = Fd$ (Nm) là momen lực đối với trục quay (d là cách tay đòn của lực)

$I = \sum_i m_i r_i^2$ ($kgm^2$) là momen quán tính của vật rắn đối với trục quay

Sau đó sử dụng các kiến thức về động học vật rắn để giải.

Momen quán tính I của một số vật rắn đồng chất khối lượng m có trục quay là trục đối xứng:

– Vật rắn là thanh có chiều dài *l*, tiết diện nhỏ: $I = \frac{1}{12}ml^2$

– Vật rắn là vành tròn hoặc trụ rỗng bán kính R: $I = mR^2$

– Vật rắn là đĩa tròn mỏng hoặc hình trụ đặc bán kính R: $I = \frac{1}{2}mR^2$

– Vật rắn là khối cầu đặc bán kính R: $I = \frac{2}{5}mR^2$

***Lưu ý:*** Nếu vật rắn là thanh đồng chất khối lượng m, chiều dài *l* nhưng trục quay đi qua đầu mút của thanh thì $I = \frac{1}{3}ml^2$

### B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 2.1.** Một đĩa tròn đồng chất có khối lượng m = 20 kg, bán kính R = 20 cm, trục quay là trục đối xứng. Khi đĩa đang đứng yên, tác dụng vào nó một lực có momen M = 10 N.m thì tốc độ góc của đĩa đạt được sau 2 s là bao nhiêu?

A. $\omega = 25$ rad/s B. $\omega = 30$ rad/s

C. $\omega = 50$ rad/s D. $\omega = 125$ rad/s

**Hướng dẫn giải:**

Momen quán tính của đĩa: $I = \frac{1}{2}mR^2 = \frac{1}{2}.20.0,2^2 = 0,4$ $(kgm^2)$

Từ phương trình động lực học của vật rắn: $M = I\gamma$

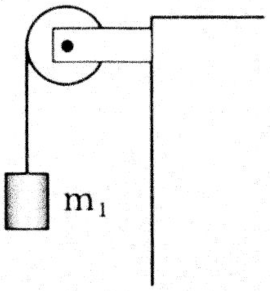
$$\Rightarrow \gamma = \frac{M}{I} = \frac{10}{0,4} = 25\ (rad/s^2)$$

Tốc độ góc của đĩa đạt được sau 2 s là:

$$\omega = \omega_0 + \gamma t = 0 + 25.2 = 50 (Rad/s)$$

Chọn phương án C.

**Thí dụ 2.2.** Vật nặng khối lượng $m_1$ treo vào một sợi dây quấn quanh một ròng rọc khối lượng $m_2$ bán kính R bằng một sợi dây không dãn và khối lượng không đáng kể. Biết rằng khi vật $m_1$ rơi thì dây không trượt trên ròng rọc. Gia tốc góc $\gamma$ của vật nặng khi nó rơi là:

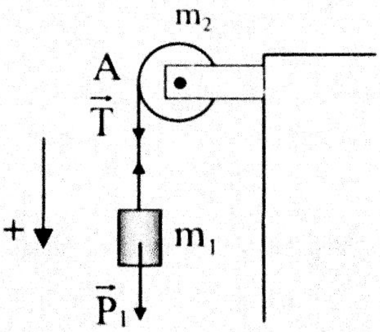



Hình 1.1

A. $\frac{m_2 - m_1}{R(m_1 + m_2)}.g$ B. $\frac{2m_1}{R(2m_1 + m_2)}.g$

C. $\frac{m_1}{R(m_1 + m_2)}.g$ D. $\frac{m_1}{R(m_1 - m_2)}.g$

**Hướng dẫn giải:**




Hình 1.2

Chọn chiều dương hướng xuống dưới.

Vật $m_1$ chịu tác dụng của 2 lực: $\vec{P_1}$ và $\vec{T}$

$$\vec{P_1} + \vec{T} = m\vec{a} \Rightarrow m_1 g - T = m_1 a \quad (1)$$

Vì dây không trượt nên gia tốc tiếp tuyến của vật bằng gia tốc tiếp tuyến của điểm A ở rìa ròng rọc, ta có: $a = R\gamma$ ($\gamma$: gia tốc góc) (2)

Momen lực tác dụng vào ròng rọc:

$$M = T.R \quad (3)$$

Từ phương trình cơ bản của chuyển động quay:

$$M = I\gamma = \frac{1}{2}m_2 R^2 \frac{a}{R} \quad (4)$$

Từ (3) và (4) $\Rightarrow T = \frac{1}{2}m_2 a$ (5)

Từ (1), (2) và (5) $\Rightarrow \gamma = \frac{2m_1}{R(2m_1 + m_2)}.g$

Chọn phương án B.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 2.1.** Đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực đối với vật rắn có trục quay cố định được gọi là

A. momen lực.
B. momen quán tính.
C. momen động lượng.
D. momen quay.

**Câu 2.2.** Phát biểu nào **sai** khi nói về momen quán tính của một vật rắn đối với một trục quay xác định?

A. Momen quán tính của một vật rắn có thể dương, có thể âm tùy thuộc vào chiều quay của vật.
B. Momen quán tính của một vật rắn phụ thuộc vào vị trí trục quay.
C. Momen quán tính của một vật rắn đặc trưng cho mức quán tính của vật trong chuyển động quay.
D. Momen quán tính của một vật rắn luôn luôn dương.

**Câu 2.3.** Momen quán tính của một vật rắn đối với một trục quay Δ không phụ thuộc vào

A. vị trí của trục quay Δ.
B. khối lượng của vật.
C. tốc độ góc (tốc độ góc) của vật.
D. kích thước và hình dạng của vật

**Câu 2.4.** Momen quán tính của một vật rắn đối với một trục quay xác định

A. càng lớn thì momen lực tác dụng lên vật càng lớn.
B. không phụ thuộc vào vị trí trục quay.
C. có thể dương hay âm tuỳ thuộc vào chiều quay của vật.
D. bằng tổng momen của các phần khác nhau của vật đối với trục quay đó.

**Câu 2.5.** Phương án nào sau đây là **sai**

A. gia tốc góc của vật quay quanh trục của nó cùng dấu với momen lực tác dụng lên vật.
B. dấu của momen lực tác dụng lên vật rắn đối với trục quay của nó tuỳ thuộc chiều dương được chọn của trục quay.
C. vật rắn quay quanh một trục cố định sẽ quay nhanh lên khi momen tác dụng vào vật có giá trị dương và ngược lại.
D. Khi lực có xu hướng làm vật quay theo chiều dương thì momen lực có giá trị dương và ngược lại.

**Câu 2.6.** Kết luận nào sau đây là **đúng** khi nói về một vật rắn quay quanh trục cố định? Nếu momen lực tác dụng lên vật.

A. âm thì vật quay chậm dần.

B. dương thì vật quay nhanh dần.

C. không đổi khi vật quay đều.

D. bằng không thì vật quay đều (hoặc đứng yên).

**Câu 2.7.** Một vật rắn đang quay quanh một trục cố định (Δ), khi tổng momen của các ngoại lực tác dụng lên vật đối với trục (Δ) bằng 0 thì vật rắn sẽ

A. quay chậm dần rồi dừng lại. B. quay đều.

C. quay nhanh dần đều. D. quay chậm dần đều.

**Câu 2.8.** Một vật rắn đang quay nhanh dần đều quanh một trục cố định Δ xuyên qua vật thì

A. tổng các momen lực tác dụng lên vật đối với trục quay Δ có giá trị không đổi và khác không.

B. tổng các momen lực tác dụng lên vật đối với trục quay Δ bằng không.

C. tốc độ góc của một điểm trên vật rắn (không nằm trên trục quay Δ) là không đổi theo thời gian.

D. gia tốc tiếp tuyến của một điểm trên vật rắn (không nằm trên trục quay Δ) có độ lớn tăng dần.

**Câu 2.9.** Một bánh xe đang quay đều xung quanh trục của nó. Tác dụng lên vành bánh xe một lực $\vec{F}$ theo phương tiếp tuyến với vành bánh xe thì

A. tốc độ góc của bánh xe có độ lớn tăng lên.

B. tốc độ góc của bánh xe có độ lớn giảm xuống.

C. gia tốc góc của bánh xe có độ lớn tăng lên.

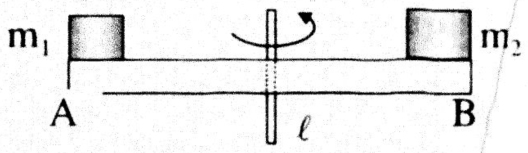
D. gia tốc góc của bánh xe có độ lớn giảm xuống.

**Câu 2.10.** Một momen lực không đổi tác dụng vào một vật có trục quay cố định. Trong các đại lượng: momen quán tính, khối lượng, tốc độ góc và gia tốc góc, thì đại lượng nào không phải là một hằng số ?

A. Momen quán tính. B. Khối lượng.

C. Tốc độ góc. D. Gia tốc góc.

**Câu 2.11.** Hệ cơ học gồm một thanh AB có chiều dài $l$, khối lượng không đáng kể, đầu A của thanh được gắn chất điểm có khối lượng m và đầu B của thanh được gắn chất điểm có khối lượng 3m. Momen quán tính của hệ đối với trục vuông góc với AB và đi qua trung điểm của thanh là



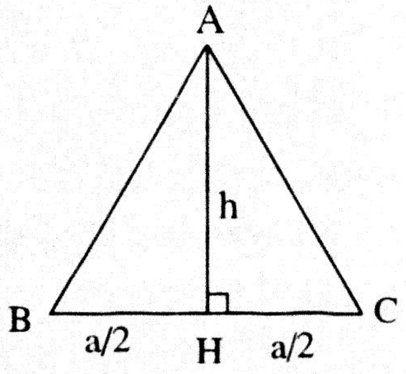
Hình 1.3

A. $2ml^2$ B. $4ml^2$ C. $3ml^2$ D. $ml^2$

**Câu 2.12.** Ba chất điểm có khối lượng đều bằng m đặt ở 3 đỉnh của một tam giác đều cạnh a. Momen quán tính của hệ này đối với trục quay là một đường cao của tam giác bằng:

A. $\frac{ma^2}{2}$ B. $\frac{ma^2}{4}$

C. $\frac{3ma^2}{2}$ D. $\frac{3ma^2}{4}$



Hình 1.4

**Câu 2.13.** Một bánh đà bằng thép có đường kính 2m quay đều 900 vòng/phút quanh một trục nằm ngang qua tâm của bánh đà. Biết rằng momen quán tính của bánh đà là I = 10 $kgm^2$. Khối lượng bánh đà (coi khối lượng phân bố đều ở vành) và tốc độ dài tại một điểm trên vành bánh đà là:

A. m = 20 kg; v = 94,2 m/s B. m = 2,0 kg; v = 9,4 m/s

C. m = 10 kg; v = 94,2 m/s D. m = 25 kg; v = 49,2 m/s.

**Câu 2.14.** Một vật rắn có momen quán tính I đối với trục quay Δ cố định đi qua vật. Tổng momen của các ngoại lực tác dụng lên vật đối với trục Δ là M. Gia tốc góc $\gamma$ mà vật thu được dưới tác dụng của momen đó là

A. $\gamma = \frac{2I}{M}$ B. $\gamma = \frac{M}{I}$ C. $\gamma = \frac{2M}{I}$ D. $\gamma = \frac{I}{M}$

**Câu 2.15.** Một vật rắn quay quanh trục cố định Δ dưới tác dụng của momen lực 3 N.m. Biết gia tốc góc của vật có độ lớn bằng 2 rad/$s^2$. Momen quán tính của vật đối với trục quay Δ là

A. 0,7 $kg.m^2$ B. 1,2 $kg.m^2$ C. 1,5 $kg.m^2$ D. 2,0 $kg.m^2$

**Câu 2.16.** Một bánh xe đang đứng yên có trục quay cố định Δ. Dưới tác dụng của momen lực 30 N.m thì bánh xe thu được gia tốc góc 1,5 $rad/s^2$. Bỏ qua mọi lực cản. Momen quán tính của bánh xe đối với trục quay Δ bằng

A. 10 $kg.m^2$ B. 45 $kg.m^2$ C. 20 $kg.m^2$ D. 40 $kg.m^2$

**Câu 2.17.** Một bánh xe có momen quán tính đối với trục quay Δ cố định là 6 $kg.m^2$ đang đứng yên thì chịu tác dụng của một momen lực 30 N.m đối với trục quay Δ. Bỏ qua mọi lực cản. Sau bao lâu, kể từ khi bắt đầu quay, bánh xe đạt tới tốc độ góc 100 rad/s?

A. 15 s B. 12 s C. 30 s D. 20 s

**Câu 2.18.** Một thanh đồng chất dài 1 m, trọng lượng 4,9 N quay quanh một trục ngang qua chính giữa thanh dưới tác dụng của momen lực $9,81.10^{-2}$ N.m. Biết rằng trục quay vuông góc với mặt phẳng thẳng đứng chứa thanh. Gia tốc góc của thanh là:

A. 0,39 $rad/s^2$ B. 0,49 $rad/s^2$ C. 1,96 $rad/s^2$ D. 2,35 $rad/s^2$

**Câu 2.19.** Một thanh đồng chất AB dài $l$, khối lượng m có thể quay xung quanh điểm A trong mặt phẳng thẳng đứng. Ban đầu thanh được giữ nằm ngang sau đó buông ra, biết momen quán tính đối với A là $\frac{1}{3}ml^2$.

Gia tốc góc ban đầu của thanh là:

A. $\frac{g}{3l}$ B. $\frac{g}{2l}$ C. $\frac{2g}{3l}$ D. $\frac{3g}{2l}$

**Câu 2.20.** Một vô lăng có momen quán tính đối với trục quay đi qua tâm vuông góc mặt phẳng chứa vô lăng là 63,6 $kgm^2$ quay với tốc độ góc không đổi $\omega$ = 3,14 rad/s. Momen lực hãm làm vô lăng dừng lại sau 20 s là:

A. 16,8 N.m B. 23,6 N.m C. 49,9 N.m D. 99,85 N.m

**Câu 2.21.** Một ròng rọc có bán kính 20 cm, có momen quán tính 0,04 $kg.m^2$ đối với trục của nó. Ròng rọc chịu tác dụng bởi một lực không đổi 1,2 N tiếp tuyến với vành. Lúc đầu ròng rọc đứng yên. Bỏ qua mọi lực cản. Tốc độ góc của ròng rọc sau khi quay được 5s là

A. 30 rad/s. B. 3 000 rad/s. C. 6 rad/s. D. 600 rad/s.

**Câu 2.22.** Một ròng rọc có bán kính 10 cm, có momen quán tính 0,02 $kg.m^2$ đối với trục của nó. Ròng rọc chịu tác dụng bởi một lực không đổi 0,8 N tiếp tuyến với vành. Lúc đầu ròng rọc đứng yên. Bỏ qua mọi lực cản. Góc mà ròng rọc quay được sau 4 s kể từ lúc tác dụng lực là

A. 8 rad. B. 16 rad. C. 32 rad. D. 64 rad.

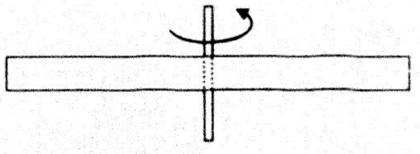
**Câu 2.23.** Một đĩa tròn có momen quán tính $I = 10 \text{ kg.m}^2$. Khi đĩa đang đứng yên, tác dụng một lực có momen $M = 25$ N.m vào nó thì sau 10 s đĩa quay được một góc bằng bao nhiêu?

A. $\varphi = 50$ rad B. $\varphi = 125$ rad C. $\varphi = 150$ rad D. $\varphi = 250$ rad

**Câu 2.24.** Tác dụng vào bánh đà có momen quán tính 6 $\text{kgm}^2$ một momen lực 30 N.m. Thời gian cần thiết để bánh đà đạt tới tốc độ góc 60 rad/s từ trạng thái nghỉ là:

A. 12 s B. 15 s C. 20 s D. 30 s

**Câu 2.25.** Một thanh mảnh có khối lượng m = 20 kg và chiều dài $l$ = 60 cm, trục quay là đường trung trực của thanh. Khi thanh đang đứng yên, tác dụng lực tiếp tuyến $F_t$ = 10 N vào một đầu của thanh thì sau thời gian bao lâu thanh đạt được tốc độ góc là 40 rad/s?



Hình 1.5

A. t = 2 s B. t = 4 s C. t = 8 s D. t = 16 s

**Câu 2.26.** Một đĩa đặc đồng chất, khối lượng 0,5 kg, bán kính 10 cm, có trục quay Δ đi qua tâm đĩa và vuông góc với đĩa, đang đứng yên. Tác dụng vào đĩa một momen lực không đổi 0,04 N.m. Tính góc mà đĩa quay được sau 3 s kể từ lúc tác dụng momen lực.

A. 24 rad. B. 36 rad. C. 48 rad. D. 72 rad.

**Câu 2.27.** Một đĩa đặc đồng chất, khối lượng 0,2 kg, bán kính 10 cm, có trục quay Δ đi qua tâm đĩa và vuông góc với đĩa, đang đứng yên. Tác dụng vào đĩa một momen lực không đổi 0,02 N.m. Tính quãng đường mà một điểm trên vành đĩa đi được sau 4 s kể từ lúc tác dụng momen lực.

A. 8 m. B. 16 m. C. 32 m. D. 24 m.

**Câu 2.28.** Ròng rọc là một đĩa đồng chất có bán kính R = 5 cm, khối lượng m = 6 kg. Khi ròng rọc đang đứng yên, cần tác dụng vào vành của nó một lực bằng bao nhiêu theo phương tiếp tuyến để sau 5 s nó quay được 10 vòng.

A. $F_t$ = 0,532 N B. $F_t$ = 0,7536 N

C. $F_t$ = 3,982 N D. $F_t$ = 5,65 N

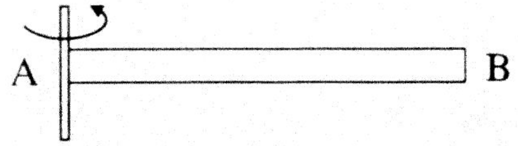
**Câu 2.29.** Một cánh cửa quay quanh bản lề của nó với momen quán tính $8.7.10^4$ kg.$m^2$, chiều rộng cánh cửa là 2,4 m. Tác dụng vào mép trong và vuông góc với mặt cánh cửa một lực $\vec{F}$ làm cửa quay $90^o$ trong 30s. Bỏ qua ma sát. Giá trị của lực $\vec{F}$ là :

A. 98,5 N B. 126,5 N C. 164,8 N D. 212,3 N

**Câu 2.30.** Một quả cầu đặc đồng chất có khối lượng m = 20 kg, bán kính R = 25 cm, trục quay là trục đối xứng. Khi quả cầu đang đứng yên, cần phải tác dụng vào nó một lực tiếp tuyến bằng bao nhiêu thì sau 10s điểm xa trục quay nhất trên quả cầu đạt được tốc độ là v = 50cm/s?

A. $F_t = 0,4$ N B. $F_t = 1,5$ N C. $F_t = 5$ N D. $F_t = 10$ N

**Câu 2.31.** Một thanh mảnh AB có chiều dài $l$ = 40 cm, trục quay đi qua đầu A và vuông góc với thanh. Khi thanh đang đứng yên, tác dụng vào đầu B của thanh một lực tiếp tuyến $F_t$ = 20 N thì tốc độ góc đạt được của thanh sau 2 s là 10 rad/s. Khối lượng của thanh là:



Hình 1.6

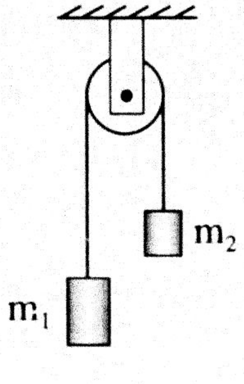
A. m = 10 kg B. m = 20 kg

C. m = 30 kg D. m = 40 kg

**Câu 2.32.** Một ròng rọc có trục quay nằm ngang cố định khối lượng $m_1$. Một sợi dây không dãn có khối lượng không đáng kể, một đầu quấn quanh ròng rọc, đầu còn lại treo một vật khối lượng $m_2 = \frac{m_1}{2}$, biết dây không trượt trên ròng rọc. Bỏ qua ma sát của ròng rọc với trục quay và sức cản của môi trường, xem ròng rọc như một đĩa tròn đồng chất. Biết gia tốc rơi tự do là g. Gia tốc của vật khi được thả rơi là:

A. $\frac{1}{2}g$ B. $\frac{1}{3}g$ C. $\frac{3}{5}g$ D. $\frac{2}{3}g$

**Câu 2.33.** Hai vật có khối lượng $m_1$ = 2,5 kg và $m_2$ = 1 kg nối với nhau bằng một sợi dây không co dãn, khối lượng không đáng kể và vắt qua một ròng rọc khối lượng m = 1 kg. Coi ròng rọc là đồng chất, bỏ qua ma sát ở trục ròng rọc và khi chuyển động dây không trượt trên ròng rọc. Lấy g = 10 m/$s^2$. Gia tốc của $m_1$, $m_2$ khi được thả cho chuyển động là:



Hình 1.7

A. 3,75 m/$s^2$ B. 4,25 m/$s^2$

C. 5,2 m/$s^2$ D. 6,34 m/$s^2$.

## Dạng 3. VẬN DỤNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN MOMEN ĐỘNG LƯỢNG

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Để giải các bài toán dạng này, cần ghi nhớ các kiến thức sau:

1. *Khái niệm momen động lượng*

   Là đại lượng động học đặc trưng cho chuyển động quay của vật rắn quanh một trục: $L = I\omega$ ($kgm^2/s$)

   ***Lưu ý:*** Với chất điểm thì momen động lượng $L = mr^2\omega = mvr$ (r là khoảng cách từ phương vectơ tốc độ $\vec{v}$ đến trục quay).

2. *Dạng khác của phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định:* $M = \frac{dL}{dt}$

3. *Định luật bảo toàn momen động lượng*

   Trường hợp M = 0 thì L = const

   – Nếu I = const $\Rightarrow \gamma = 0$ vật rắn không quay hoặc quay đều quanh trục

   – Nếu I thay đổi $\Rightarrow I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 3.1.** Sao nơtron là ngôi sao tự co lại một cách lạ thường, có thể từ kích thước Mặt Trời chỉ còn khoảng chục kilômét. Giả sử Mặt Trời là một ngôi sao như vậy. Biết các số liệu của Mặt Trời là: chu kì tự quay 25 ngày, bán kính $6{,}96.10^8$ m. Coi Mặt Trời là một khối cầu đồng chất. Khi Mặt Trời trở thành một sao nơtron bán kính 3,48 km thì chu kì của nó là:

A. $0{,}27.10^{-4}$ s B. $0{,}54.10^{-4}$ s C. $1{,}08.10^{-4}$ s D. $2{,}5.10^{-4}$ s

**Hướng dẫn giải:**

Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng: $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

$$\Leftrightarrow \frac{2}{5}mR_1^2.\frac{2\pi}{T_1} = \frac{2}{5}mR_2^2.\frac{2\pi}{T_2}$$

$$\Leftrightarrow T_2 = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2.T_1 = \left(\frac{3{,}48}{6{,}96.10^5}\right)^2.25.86400 = 0{,}54.10^{-4}\ (s)$$

Chọn phương án B.

**Thí dụ 3.2.** Một sàn quay bán kính R = 2 m, momen quán tính đối với trục quay qua tâm sàn là I = 800 $kgm^2$. Khi sàn đang đứng yên, một người có khối lượng $m_1$ = 50 kg đứng ở mép sàn ném viên đá có khối lượng $m_2$ = 500 g với v = 25 m/s theo phương tiếp tuyến với sàn. Ngay sau khi ném người sẽ có tốc độ là:

A. $v' = -5\ cm/s$ B. $v' = 5\ cm/s$

C. $v' = 2,5\ cm/s$ D. $v' = -2,5\ cm/s$

**Hướng dẫn giải:**

Xét hệ gồm sàn + người + viên đá.

Dễ thấy rằng momen lực tác dụng lên hệ đối với trục quay bằng không, do đó momen động lượng của hệ được bảo toàn.

– Trước khi ném viên đá, hệ đứng yên: $L_1 = 0$

– Momen hệ ngay sau khi ném viên đá:

$$L_2 = I\omega' + m_1\omega'R^2 + m_2(v + \omega'R)R$$

($\omega'$ là tốc độ góc của sàn (và người) sau khi ném viên đá).

Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng: $L_1 = L_2$

$\Rightarrow I\omega' + m_1\omega'R^2 + m_2(v + \omega'R)R = 0$

$$\Rightarrow \omega' = -\frac{m_2vR}{I + (m_1 + m_2)R^2} = -\frac{0,5.25.2}{800 + (50 + 0,5).2^2} \approx -0,025\ (rad/s)$$

$\Rightarrow v' = \omega'R = -0,025.2 = -0,05\ (m/s) = -5\ (cm/s)$

Chọn phương án A.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 3.1.** Phát biểu nào sau đây là **đúng**:

A. Khi một vật rắn chuyển động thẳng đều, momen động lượng của nó đối với trục quay bất kì là không đổi.

B. Momen quán tính của một vật đối với một trục là lớn thì momen động lượng của nó đối với trục đó cũng lớn.

C. Đối với một trục quay nhất định, nếu momen động lượng của vật tăng gấp đôi thì momen quán tính của nó tăng gấp bốn.

D. Momen động lượng của một vật bằng không khi hợp các ngoại lực đặt lên vật bằng không.

**Câu 3.2.** Đơn vị của momen động lượng là

A. $kg.m^2.rad$. B. $kg.m/s$. C. $kg.m/s^2$. D. $kg.m^2/s$.

**Câu 3.3.** Phát biểu nào sau đây là sai:

A. Tích số của momen quán tính của một vật rắn đối với trục quay của nó và tốc độ góc của vật quay quanh trục gọi là momen động lượng của vật.

B. Khi một vật quay quanh một trục với tốc độ góc không đổi, nếu momen quán tính của vật càng lớn thì momen động lượng càng lớn.

C. Nếu momen động lượng của vật rắn đối với trục quay của vật không đổi thì các momen ngoại lực tác dụng lên vật triệt tiêu nhau.

D. Nếu vật có momen quán tính đối với trục quay không đổi thì vật rắn đó quay nhanh dần đều quanh trục.

**Câu 3.4.** Một cái sàn hình tròn nằm ngang có thể quay trong mặt phẳng nằm ngang quanh một trục cố định, thẳng đứng đi qua tâm sàn. Bỏ qua các lực cản. Một người đang đứng chính giữa sàn và cả hệ đang quay với một tốc độ góc nào đó, nếu người đi dần ra mép sàn thì tốc độ góc của hệ người và sàn sẽ là:

A. tăng lên.

B. không thay đổi.

C. giảm đi.

D. tăng hay giảm tùy thuộc tốc độ chuyển động của người so với sàn.

**Câu 3.5.** Ban đầu một vận động viên trượt băng nghệ thuật hai tay dang rộng đang thực hiện động tác quay quanh trục thẳng đứng đi qua trọng tâm của người đó. Bỏ qua mọi ma sát ảnh hưởng đến sự quay. Sau đó vận động viên khép tay lại thì chuyển động quay sẽ

A. quay chậm lại. B. quay nhanh hơn.

C. không thay đổi. D. dừng lại ngay.

**Câu 3.6.** Một người đang đứng ở mép của một sàn hình tròn, nằm ngang. Sàn có thể quay trong mặt phẳng nằm ngang quanh một trục cố định, thẳng đứng, đi qua tâm sàn. Bỏ qua các lực cản. Lúc đầu sàn và người đứng yên. Nếu người ấy chạy quanh mép sàn theo một chiều thì sàn

A. quay cùng chiều chuyển động của người rồi sau đó quay ngược lại.

B. quay cùng chiều chuyển động của người.

C. quay ngược chiều chuyển động của người.

D. vẫn đứng yên vì khối lượng của sàn lớn hơn khối lượng của người.

**Câu 3.7.** Một nghệ sĩ trượt băng nghệ thuật đang thực hiện động tác quay tại chỗ trên sân băng (quay xung quanh một trục thẳng đứng từ chân đến đầu) với hai tay đang dang theo phương ngang. Người này thực hiện nhanh động tác thu tay lại dọc theo thân người thì

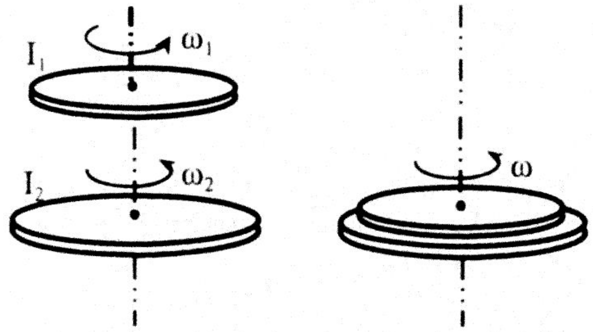
A. momen quán tính của người tăng, tốc độ góc trong chuyển động quay của người giảm.

B. momen quán tính của người giảm, tốc độ góc trong chuyển động quay của người tăng.

C. momen quán tính của người tăng, tốc độ góc trong chuyển động quay của người tăng.

D. momen quán tính của người giảm, tốc độ góc trong chuyển động quay của người giảm.

**Câu 3.8.** Hai đĩa tròn có momen quán tính $I_1$ và $I_2$ đang quay đồng trục và cùng chiều với tốc độ góc $\omega_1$ và $\omega_2$ (hình bên). Ma sát ở trục quay nhỏ không đáng kể. Sau đó cho hai đĩa dính vào nhau thì hệ hai đĩa quay với tốc độ góc $\omega$ là




Hình 1.8

A. $\omega = \dfrac{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}{I_1 + I_2}$.

B. $\omega = \dfrac{I_1\omega_1 - I_2\omega_2}{I_1 + I_2}$.

C. $\omega = \dfrac{I_1 + I_2}{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}$.

D. $\omega = \dfrac{I_1\omega_2 + I_2\omega_1}{I_1 + I_2}$.

**Câu 3.9.** Một vật có momen quán tính 0,72 kg.m$^2$ quay đều 10 vòng trong 1,8 s. Momen động lượng của vật có độ lớn bằng

A. 8,52 kg.m$^2$/s.

B. 4,25 kg.m$^2$/s.

C. 25,13 kg.m$^2$/s.

D. 13,56 kg.m$^2$/s.

**Câu 3.10.** Một vành tròn đồng chất có bán kính 50 cm, khối lượng 0,5 kg quay đều trong mặt phẳng ngang với tốc độ 30 vòng/phút quanh một trục thẳng đứng đi qua tâm vành tròn. Tính momen động lượng của vành tròn đối với trục quay đó.

A. 0,196 kg.m$^2$/s.

B. 0,393 kg.m$^2$/s.

C. 1,88 kg.m$^2$/s.

D. 3,75 kg.m$^2$/s.

**Câu 3.11.** Một đĩa có đường kính 4 cm và khối lượng 2 kg quay quanh trục đối xứng của nó với tốc độ góc 600 vòng/phút. Momen động lượng của đĩa là:

A. 0,24 kgm$^2$/s

B. 0,324 kgm$^2$/s

C. 0,251 kgm$^2$/s

D. 0,362 kgm$^2$/s .

**Câu 3.12.** Một khối cầu bán kính R = 20 cm và khối lượng m = 1 kg, có trục quay là trục đối xứng. Nếu khối cầu quay với tốc độ góc ω = 50 rad/s thì momen động lượng của nó đối với trục quay là:

A. $L = 0{,}48\ kg.m^2/s$ B. $L = 0{,}8\ kg.m^2/s$

C. $L = 1{,}2\ kg.m^2/s$ D. $L = 4{,}8\ kg.m^2/s$

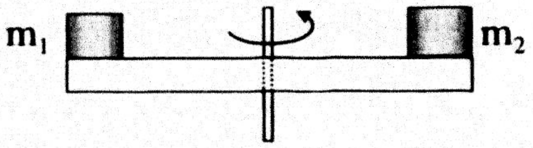
**Câu 3.13.** Một thanh nhẹ dài $l$ = 1 m quay trong mặt phẳng Oxy quanh một trục vuông góc đi qua điểm chính giữa. Hai vật có kích thước bé coi như hai chất điểm có khối lượng lần lượt là $m_1$ = 2 kg và $m_2$ = 3 kg gắn chặt ở hai đầu của thanh. Biết tốc độ của hai vật là v = 5 m/s. Momen động lượng của thanh là:

A. $L = 16{,}5\ kg.m^2/s$

B. $L = 12{,}5\ kg.m^2/s$

C. $L = 25{,}0\ kg.m^2/s$

D. $L = 6{,}25\ kg.m^2/s$




Hình 1.9

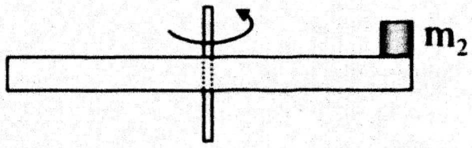
**Câu 3.14.** Một sàn quay hình trụ đặc có khối lượng $m_1$ = 100 kg, bán kính R = 1,5m, ở mép sàn có một vật $m_2$ = 50kg, sàn quay đều với tốc độ góc ω = 10rad/s. Momen động lượng của hệ là:

A. $L = 1125\ kg.m^2/s$

B. $L = 2250\ kg.m^2/s$

C. $L = 2300\ kg.m^2/s$

D. Đáp án khác A, B, C




Hình 1.10

**Câu 3.15.** Một bàn quay tròn nằm ngang có khối lượng $m_1$ = 4 kg và có trục quay cố định thẳng đứng đi qua tâm bàn. Bàn đang quay đều với tốc độ góc 20 vòng/phút thì người ta đặt nhẹ một vật nhỏ khối lượng $m_2$ = 500 g vào mép bàn và vật dính chặt vào đó. Bỏ qua ma sát ở trục quay và sức cản của môi trường. Tốc độ góc của hệ (bàn và vật) sẽ bằng:

A. 8 vòng/phút B. 10 vòng/phút

C. 16 vòng/phút D. 21 vòng/phút

**Câu 3.16.** Một người có khối lượng m = 50 kg đứng ở mép sàn của một sàn quay trò chơi ngựa gỗ quay vòng. Sàn có đường kính R = 3 m, momen quán tính $I = 2700\ kgm^2$. Ban đầu sàn đứng yên. Khi người chạy quanh sàn với tốc độ v = 4 m/s (so với sàn) thì sàn cũng bắt đầu quay theo chiều ngược lại. Tốc độ góc của sàn là:

A. $\omega = -0{,}22\ rad/s$ B. $\omega = 0{,}22\ rad/s$

C. $\omega = -0{,}19\ rad/s$ D. $\omega = 0{,}19\ rad/s$

## Dạng 4. VẬN DỤNG ĐỊNH LÝ ĐỘNG NĂNG CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

### A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Khi giải các bài toán về dạng này, cần ghi nhớ các kiến thức sau:

– *Động năng của vật rắn quay quanh một trục cố định:* $W_d = \frac{1}{2}I\omega^2$

Trong đó I là momen quán tính của vật đối với trục quay.

– *Định lý biến thiên động năng:* Độ biến thiên động năng của một vật bằng tổng công các lực tác dụng lên vật:

$$\Delta W_d = \frac{1}{2}I\omega_2^2 - \frac{1}{2}I\omega_1^2 = A$$

### B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 4.1.** Một cánh quạt có momen quán tính là 0,2 kg.m$^2$, được tăng tốc từ trạng thái nghỉ đến tốc độ góc 100 rad/s. Hỏi cần phải thực hiện một công là bao nhiêu?

A. 10 J B. 20 J C. 1000 J D. 2000 J

**Hướng dẫn giải:**

Động năng chuyển động quay của cánh quạt ứng với tốc độ góc 100 rad/s là:

$$W_d = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.0,2.100^2 = 1000 \text{ (J)}$$

Áp dụng định lý biến thiên động năng: $A = \Delta W_d = 1000 - 0 = 1000$ (J)

Chọn phương án C.

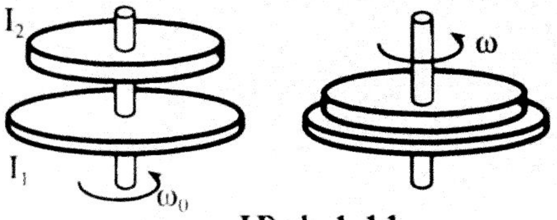
**Thí dụ 4.2.** Hai đĩa tròn có cùng momen quán tính đối với trục quay đi qua tâm của các đĩa (hình 1.11). Lúc đầu, đĩa 2 (ở phía trên) đang đứng yên, đĩa 1 quay với tốc độ góc $\omega_0$. Ma sát ở trục quay nhỏ không đáng kể. Sau đó, cho hai đĩa dính vào nhau, hệ quay với tốc độ góc $\omega$. Động năng của hệ hai đĩa lúc đã dính vào nhau so với lúc chưa dính

A. tăng ba lần.

B. giảm bốn lần.

C. tăng chín lần.

D. giảm hai lần.




Hình 1.11

**Hướng dẫn giải:**

Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng:

$$I\omega_0 = (I_1 + I_2)\omega \Leftrightarrow \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{1}{2} \quad (1)$$

Động năng của hệ khi chưa dính vào nhau: $W_1 = \frac{1}{2}I\omega_0^2$

Động năng của hệ khi đã dính vào nhau: $W_2 = \frac{1}{2}(I_1 + I_2)\omega^2 = I\omega^2$

$$\Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = 2.\frac{\omega^2}{\omega_0^2} \quad (2)$$

Thay (1) vào (2) $\Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = 2.\frac{\omega^2}{\omega_0^2} = 2.\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}$

Chọn phương án D.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 4.1.** Một vật rắn đang quay với tốc độ góc ω quanh một trục cố định xuyên qua vật. Nếu tốc độ góc của vật giảm đi hai lần thì momen động lượng của vật đối với trục quay

A. tăng hai lần. B. giảm hai lần.

C. tăng bốn lần. D. giảm bốn lần.

**Câu 4.2.** Một vật rắn đang quay với tốc độ góc ω quanh một trục cố định xuyên qua vật. Nếu tốc độ góc của vật giảm đi hai lần thì động năng của vật đối với trục quay

A. tăng hai lần. B. giảm hai lần.

C. tăng bốn lần. D. giảm bốn lần.

**Câu 4.3.** Một ngôi sao được hình thành từ những khối khí lớn quay chậm xung quanh một trục. Các khối khí này co dần thể tích lại do tác dụng của lực hấp dẫn. Trong quá trình hình thành thì tốc độ góc của ngôi sao

A. tăng dần. B. giảm dần.

C. bằng không. D. không đổi.

**Câu 4.4.** Một bánh đà có momen quán tính 2,5 kg.m$^2$, quay đều với tốc độ góc 80 rad/s. Động năng quay của bánh đà bằng

A. 100 J. B. 200 J. C. 8000 J. D. 500 J.

**Câu 4.5.** Một bánh đà có momen quán tính 3 $kg.m^2$, quay đều với tốc độ góc 300 vòng/phút. Động năng quay của bánh đà bằng

A. 1479 J. B. 900 J. C. 135. $10^3$ J. D. 2,9. $10^3$ J.

**Câu 4.6.** Từ trạng thái nghỉ, một bánh đà quay nhanh dần đều với gia tốc góc 40 $rad/s^2$. Momen quán tính của bánh đà đối với trục quay của nó là 3 $kg.m^2$. Động năng quay mà bánh đà đạt được sau 5 s kể từ lúc bắt đầu quay là

A. 0,3 kJ. B. 0,9 kJ. C. 2,4 kJ. D. 60 kJ.

**Câu 4.7.** Một momen lực 30 Nm tác dụng lên một bánh xe có momen quán tính 2,0 $kgm^2$. Nếu bánh xe quay từ trạng thái nghỉ thì sau 10 s động năng chuyển động quay của nó là:

A. $W_đ$ = 9 kJ B. $W_đ$ = 22,5 kJ

C. $W_đ$ = 45 kJ D. $W_đ$ = 56 kJ

**Câu 4.8.** Trái Đất có khối lượng $5{,}98.10^{24}$ kg, bán kính trung bình $6{,}37.10^{6}$ m. Coi Trái Đất là khối cầu đồng chất. Động năng của Trái Đất trong chuyển động tự quay là

A. $2{,}57.10^{29}$ J B. $5{,}8.10^{29}$ J

C. $12{,}6.10^{29}$ J D. $25{,}3.10^{29}$ J

**Câu 4.9.** Phân tử Ôxi $O_2$, gồm hai nguyên tử nằm cách nhau một khoảng không đổi. Nguyên tử Ôxi có khối lượng $5{,}30.10^{-26}$ kg. Momen quán tính của phân tử đối với trục đi qua khối tâm và vuông góc với đoạn thẳng nối hai nguyên tử là $1{,}94.10^{-46}$ $kg.m^2$. Giả sử ở thể khí, các phân tử Ôxi có tốc độ 500 m/s và động năng quay bằng 2/3 động năng tịnh tiến. Tốc độ góc của phân tử là:

A. $25{,}5.10^{12}$ rad/s B. $4{,}55.10^{12}$ rad/s

C. $9{,}54.\ 10^{12}$ rad/s D. $12{,}8.10^{6}$ rad/s

**Câu 4.10.** Một thanh đồng chất, tiết diện đều, khối lượng 0,2 kg, dài 0,5 m quay đều quanh một trục thẳng đứng đi qua trung điểm của thanh và vuông góc với thanh với tốc độ 120 vòng/phút. Động năng quay của thanh bằng

A. 0,026 J. B. 0,157 J. C. 0,329 J. D. 0,485 J.

**Câu 4.11.** Một đĩa tròn đồng chất có bán kính 0,5 m, khối lượng 1 kg quay đều với tốc độ góc 6 rad/s quanh một trục đi qua tâm của đĩa và vuông góc với đĩa. Động năng quay của đĩa bằng

A. 0,38 J. B. 2,25 J. C. 4,50 J. D. 9,00 J.

**Câu 4.12.** Một quả cầu đặc đồng chất, khối lượng 0,5 kg, bán kính 5 cm, quay xung quanh trục đi qua tâm của nó với tốc độ góc 12 rad/s. Động năng quay của quả cầu bằng

A. 0,036 J. B. 0,045 J. C. 0,072 J. D. 0,090 J.

**Câu 4.13.** Một quả cầu đặc đồng chất khối lượng 0,5 kg quay xung quanh trục đi qua tâm của nó với động năng 0,4 J và tốc độ góc 20 rad/s. Quả cầu có bán kính bằng

A. 6 cm. B. 9 cm. C. 10 cm. D. 45 cm.

**Câu 4.14.** Tỉ số động năng chuyển động tịnh tiến và động năng toàn phần của một đĩa tròn đang lăn không trượt là:

A. $\frac{7}{5}$ B. $\frac{3}{5}$ C. $\frac{2}{3}$ D. $\frac{2}{5}$

**Câu 4.15.** Một đĩa tròn quay xung quanh một trục với động năng 2200 J và momen quán tính 0,25 kg.m$^2$. Momen động lượng của đĩa tròn đối với trục quay này là

A. 33,2 kg.m$^2$/s. B. 550 kg.m$^2$/s$^2$.

C. 4 000 kg.m$^2$/s. D. 320 kg.m$^2$/s$^2$.

**Câu 4.16.** Hai bánh xe A và B quay xung quanh trục đi qua tâm của chúng với cùng động năng quay, tốc độ góc của bánh xe A gấp ba lần tốc độ góc của bánh xe B. Momen quán tính đối với trục quay qua tâm của A và B lần lượt là $I_A$ và $I_B$. Tỉ số $\frac{I_B}{I_A}$ có giá trị nào sau đây ?

A. 1. B. 3. C. 6. D. 9.

**Câu 4.17.** Hai bánh xe A và B quay xung quanh trục đi qua tâm của chúng, động năng quay của A bằng một nửa động năng quay của B, tốc độ góc của A gấp ba lần tốc độ góc của B. Momen quán tính đối với trục quay qua tâm của A và B lần lượt là $I_A$ và $I_B$. Tỉ số $\frac{I_B}{I_A}$ có giá trị nào sau đây ?

A. 18. B. 9. C. 6. D. 3.

**Câu 4.18.** Hai vật đang quay quanh trục cố định của chúng. Biết momen quán tính đối với trục quay của hai vật đó là $I_1 = 4$ kgm$^2$ và $I_2 = 25$ kgm$^2$ và động năng quay của chúng bằng nhau. Tỉ số momen động lượng $\frac{L_1}{L_2}$ của hai vật này là:

A. 5:2 B. 2:5 C. 4:25 D. 25:4

**Câu 4.19.** Một vận động viên trượt băng nghệ thuật thực hiện động tác quay quanh một trục thẳng đứng với tốc độ góc 15 rad/s với hai tay dang ra, thân người gần nằm ngang, momen quán tính của người lúc này đối với trục quay là 1,8 kg.m$^2$. Sau đó, người này đột ngột thu tay lại dọc theo thân người, thân người thẳng đứng, trong khoảng thời gian nhỏ tới mức có thể bỏ qua ảnh hưởng của ma sát với mặt băng. Momen quán tính của người lúc đó giảm đi ba lần so với lúc đầu. Động năng của người lúc đầu và lúc sau lần lượt là:

A. $W_{d\,(đầu)} = 90,6$ J; $W_{d\,(sau)} = 30,25$ J

B. $W_{d\,(đầu)} = 202,5$ J; $W_{d\,(sau)} = 607,5$ J

C. $W_{d\,(đầu)} = 254,5$ J; $W_{d\,(sau)} = 763,5$ J

D. $W_{d\,(đầu)} = 21,2$ J; $W_{d\,(sau)} = 63,6$ J

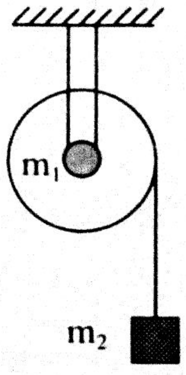
**Câu 4.20.** Một ròng rọc khối lượng $m_1$, bán kính R, có thể quay tự do xung quanh trục cố định của nó. Một sợi dây quấn quanh ròng rọc và đầu tự do của dây có gắn một vật khối lượng $m_2$ giữ cho vật đứng yên rồi thả nhẹ ra. Khi vật $m_2$ rơi xuống được một đoạn bằng h thì tốc độ của nó ở thời điểm đó:

A. tỉ lệ thuận với R.

B. tỉ lệ nghịch với R.

C. tỉ lệ nghịch với R$^2$.

D. không phụ thuộc R.




**Hình 1.12**

## BÀI TẬP TỔNG HỢP

**Câu 1.** Một vật rắn đang quay nhanh dần đều quanh một trục cố định xuyên qua vật thì:

A. tích tốc độ góc và gia tốc góc là số dương.

B. tốc độ góc luôn có giá trị âm.

C. tích tốc độ góc và gia tốc góc là số âm.

D. gia tốc góc luôn có giá trị âm.

**Câu 2.** Đối với một vật đang quay quanh trục cố định đi qua vật với tốc độ góc không đổi thì:

A. Gia tốc của mọi điểm đều bằng không.

B. Gia tốc hướng tâm của mọi điểm đều như nhau.

C. Điểm ở càng xa trục quay gia tốc hướng tâm càng nhỏ.

D. Điểm ở càng xa trục quay gia tốc hướng tâm càng lớn.

**Câu 3.** Một vật rắn đang quay quanh một trục cố định xuyên qua vật. Các điểm trên vật rắn (không thuộc trục quay)

A. ở cùng một thời điểm, không cùng gia tốc góc.

B. quay được những góc không bằng nhau trong cùng một khoảng thời gian.

C. ở cùng một thời điểm, có cùng tốc độ góc.

D. ở cùng một thời điểm, có cùng tốc độ dài.

**Câu 4.** Một vật rắn đang quay xung quanh một trục cố định đi qua vật, một điểm xác định trên vật rắn ở cách trục quay một khoảng $r \neq 0$ có độ lớn tốc độ dài là một hằng số. Tính chất chuyển động của vật rắn đó là

A. quay đều. B. quay nhanh dần.

C. quay chậm dần. D. quay biến đổi đều.

**Câu 5.** Một vật rắn đang quay đều quanh một trục cố định đi qua vật. Một điểm xác định trên vật rắn ở cách trục quay một khoảng $r \neq 0$ có

A. tốc độ góc biến đổi theo thời gian.

B. tốc độ góc không biến đổi theo thời gian.

C. gia tốc góc biến đổi theo thời gian.

D. gia tốc góc có độ lớn khác không và không đổi theo thời gian.

**Câu 6.** Điều nào sau đây là đúng khi nói về gia tốc hướng tâm của vật chuyển động tròn đều:

A. nhỏ hơn gia tốc tiếp tuyến của nó

B. bằng gia tốc tiếp tuyến của nó

C. lớn hơn gia tốc tiếp tuyến của nó

D. có thể nhỏ hơn, bằng hoặc lớn hơn gia tốc tiếp tuyến của nó

**Câu 7.** Momen của lực tác dụng vào vật rắn có trục quay cố định là đại lượng đặc trưng cho

A. mức quán tính của vật rắn.

B. năng lượng chuyển động quay của vật rắn.

C. tác dụng làm quay của lực.

D. khả năng bảo toàn tốc độ của vật rắn.

**Câu 8.** Momen quán tính của một vật rắn không phụ thuộc vào

A. khối lượng của vật. B. kích thước và hình dạng của vật.

C. vị trí trục quay của vật. D. tốc độ góc của vật.

**Câu 9.** Thứ nguyên của momen lực giống thứ nguyên của:

A. động lượng B. momen động lượng

C. momen quán tính D. công

**Câu 10.** Phương trình nào dưới đây diễn tả mối liên hệ giữa tốc độ góc $\omega$ và thời gian t trong chuyển động quay nhanh dần đều quanh một trục cố định của một vật rắn?

A. $\omega = 2 + 4t$ (rad/s). B. $\omega = 3 - 2t$ (rad/s).

C. $\omega = 2 + 4t + 2t^2$ (rad/s). D. $\omega = 3 - 2t + 4t^2$ (rad/s).

**Câu 11.** Gọi $\Delta\varphi$ là góc mà vật quay được sau thời gian t, $\omega$ là tốc độ góc của vật ở thời điểm t. $\omega_0$ là tốc độ góc của vật ở thời đểm ban đầu và $\gamma$ là gia tốc góc không đổi của vật. Các đại lượng này liên hệ với nhau bằng hệ thức:

A. $\omega^2 = \omega_o^2 - 2\gamma\Delta\varphi$ B. $\omega^2 = \omega_o^2 + 2\gamma\Delta\varphi$

C. $\omega^2 = \omega_o^2 - \gamma\Delta\varphi$ D. $\omega^2 = \omega_o^2 + \gamma\Delta\varphi$

**Câu 12.** Từ trạng thái đứng yên, một bánh xe bắt đầu quay nhanh dần đều quanh trục cố định và sau 2 giây thì bánh xe đạt tốc độ góc 3 vòng/giây. Gia tốc góc của bánh xe là

A. 1,5 rad/s$^2$. B. 9,42 rad/s$^2$. C. 18,84 rad/s$^2$. D. 4,7 rad/s$^2$.

**Câu 13.** Một bánh xe quay chậm dần đều với tốc độ góc ban đầu là $\omega_0 = 20\pi$ rad/s, vật dừng lại sau thời gian t = 20 s. Gia tốc góc của bánh xe là:

A. $\gamma = -\pi$ rad/s$^2$ B. $\gamma = -2\pi$ rad/s$^2$

C. $\gamma = -3\pi$ rad/s$^2$ D. $\gamma = -4\pi$ rad/s$^2$

**Câu 14.** Một bánh đà đang quay với tốc độ góc 3000 vòng/phút thì bắt đầu quay chậm dần đều với gia tốc góc có độ lớn bằng 20,9 rad/s$^2$. Tính từ lúc bắt đầu quay chậm dần đều, hỏi sau khoảng bao lâu thì bánh đà dừng lại?

A. 143 s. B. 901 s. C. 15 s. D. 2,4 s.

**Câu 15.** Roto của một động cơ quay đều, cứ mỗi phút quay được 3000 vòng. Trong 20 giây, roto quay được một góc bằng bao nhiêu ?

A. 6280 rad. B. 314 rad. C. 3140 rad. D. 942 rad.

**Câu 16.** Một cánh quạt dài 22 cm đang quay với tốc độ góc 15,92 vòng/s thì bắt đầu quay chậm dần đều và dừng lại sau thời gian 10 giây. Gia tốc góc của cánh quạt đó có độ lớn bằng bao nhiêu ?

A. 10 rad/s$^2$. B. 100 rad/s$^2$. C. 1,59 rad/s$^2$. D. 350 rad/s$^2$.

**Câu 17.** Bánh đà của một động cơ từ lúc khởi động đến lúc đạt tốc độ góc 140 rad/s phải mất 2,5 s. Biết bánh đà quay nhanh dần đều. Góc quay của bánh đà trong thời gian trên bằng

A. 70 rad. B. 350 rad. C. 175 rad. D. 56 rad.

**Câu 18.** Một vật rắn quay quanh một trục cố định xuyên qua vật với phương trình tốc độ góc: $\omega = 2 + 0,5t$, trong đó $\omega$ tính bằng rađian/giây (rad/s) và t tính bằng giây (s). Gia tốc góc của vật rắn bằng

A. 2 rad/s$^2$. B. 0,5 rad/s$^2$. C. 1 rad/s$^2$. D. 0,25 rad/s$^2$.

**Câu 19.** Một vật rắn quay quanh một trục cố định xuyên qua vật với phương trình toạ độ góc: $\varphi = 1,5 + 0,5t$, trong đó $\varphi$ tính bằng rađian (rad) và *t* tính bằng giây (s). Một điểm trên vật và cách trục quay một khoảng r = 4 cm thì có tốc độ dài bằng

A. 2 cm/s. B. 4 cm/s. C. 6 cm/s. D. 8 cm/s.

**Câu 20.** Một vật rắn quay quanh một trục cố định xuyên qua vật. Góc quay $\omega$ của vật rắn biến thiên theo thời gian t theo phương trình: $\varphi = \pi + t + t^2$, trong đó $\varphi$ tính bằng rađian (rad) và t tính bằng giây (s). Một điểm M trên vật rắn và cách trục quay khoảng r = 10 cm thì gia tốc toàn phần có độ lớn bằng bao nhiêu vào thời điểm t = 1 s ?

A. 0,92 m/s$^2$. B. 0,20 m/s$^2$. C. 0,90 m/s$^2$. D. 1,10 m/s$^2$.

**Câu 21.** Một chiếc đồng hồ có các kim quay đều quanh một trục. Gọi $\omega_1$, $\omega_2$ và $\omega_3$ lần lượt là tốc độ góc của kim giờ, kim phút và kim giây. Khi đồng hồ chạy đúng thì

A. $\omega_1 = \frac{1}{12}\omega_2 = \frac{1}{60}\omega_3$. B. $\omega_1 = \frac{1}{12}\omega_2 = \frac{1}{720}\omega_3$.

C. $\omega_1 = \frac{1}{60}\omega_2 = \frac{1}{3600}\omega_3$. D. $\omega_1 = \frac{1}{24}\omega_2 = \frac{1}{3600}\omega_3$.

**Câu 22.** Một chiếc đồng hồ có các kim quay đều quanh một trục và kim giờ dài bằng 3/4 kim phút. Khi đồng hồ chạy đúng thì tốc độ dài $v_1$ của đầu mút kim giờ như thế nào với tốc độ dài $v_2$ của đầu mút kim phút?

A. $v_1 = \frac{3}{4}v_2$. B. $v_1 = \frac{1}{16}v_2$.

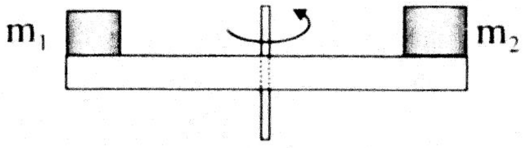
C. $v_1 = \frac{1}{60}v_2$. D. $v_1 = \frac{1}{80}v_2$.

**Câu 23.** Một chiếc đồng hồ có các kim quay đều quanh một trục và kim giờ dài bằng 3/5 kim giây. Khi đồng hồ chạy đúng thì tốc độ dài $v_1$ của đầu mút kim giờ như thế nào với tốc độ dài $v_3$ của đầu mút kim giây?

A. $v_1 = \frac{3}{5}v_3$. B. $v_1 = \frac{1}{1200}v_3$.

C. $v_1 = \frac{1}{720}v_3$. D. $v_1 = \frac{1}{6200}v_3$.

**Câu 24.** Hai chất điểm có khối lượng m và 4m được gắn ở hai đầu của một thanh nhẹ có chiều dài $l$. Momen quán tính M của hệ đối với trục quay đi qua trung điểm của thanh và vuông góc với thanh là

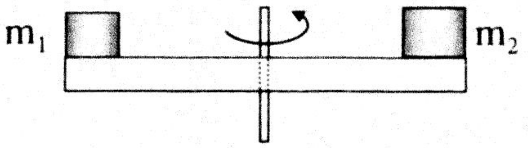


Hình 1.13

A. $M = \frac{5}{4}ml^2$.  B. $M = 5ml^2$.

C. $M = \frac{5}{2}ml^2$.  D. $M = \frac{5}{3}ml^2$.

**Câu 25.** Hai chất điểm có khối lượng 1 kg và 2 kg được gắn ở hai đầu của một thanh nhẹ có chiều dài 1 m. Momen quán tính của hệ đối với trục quay đi qua trung điểm của thanh và vuông góc với thanh có giá trị bằng



Hình 1.14

A. 0,75 kg.$m^2$.  B. 0,5 kg.$m^2$.

C. 1,5 kg.$m^2$.  D. 1,75 kg.$m^2$.

**Câu 26.** Thanh đồng chất, tiết diện đều, khối lượng m, chiều dài $l$ và tiết diện của thanh là nhỏ so với chiều dài của nó. Momen quán tính của thanh đối với trục quay đi qua trung điểm của thanh và vuông góc với thanh là

A. $I = \frac{1}{12}ml^2$.  B. $I = \frac{1}{3}ml^2$.  C. $I = \frac{1}{2}ml^2$.  D. $I = ml^2$.

**Câu 27.** Vành tròn đồng chất có khối lượng m và bán kính R. Momen quán tính của vành tròn đối với trục quay đi qua tâm vành tròn và vuông góc với mặt phẳng vành tròn là

A. $I = \frac{1}{3}mR^2$.  B. $I = \frac{1}{2}mR^2$.  C. $I = mR^2$.  D. $I = \frac{2}{5}mR^2$.

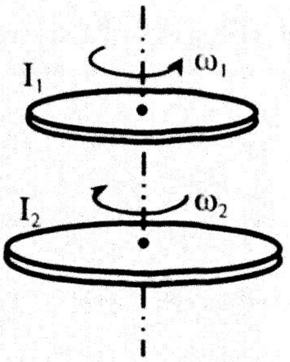
**Câu 28.** Đĩa tròn mỏng đồng chất có khối lượng m và bán kính R. Momen quán tính của đĩa tròn đối với trục quay đi qua tâm đĩa tròn và vuông góc với mặt phẳng đĩa tròn là

A. $I = \frac{1}{2}mR^2$.  B. $I = mR^2$.  C. $I = \frac{1}{3}mR^2$.  D. $I = \frac{2}{5}mR^2$.

**Câu 29.** Quả cầu đặc đồng chất có khối lượng m và bán kính R. Momen quán tính quả cầu đối với trục quay đi qua tâm quả cầu là

A. $I = \frac{1}{2}mR^2$.  B. $I = mR^2$.  C. $I = \frac{1}{3}mR^2$.  D. $I = \frac{2}{5}mR^2$.

**Câu 30.** Hai đĩa tròn có momen quán tính $I_1$ và $I_2$ đang quay đồng trục và ngược chiều với tốc độ góc $\omega_1$ và $\omega_2$ (hình bên). Ma sát ở trục quay nhỏ không đáng kể. Sau đó cho hai đĩa dính vào nhau thì hệ hai đĩa quay với tốc độ góc $\omega$ xác định bằng công thức



Hình 1.15

A. $\omega = \dfrac{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}{I_1 + I_2}$.  B. $\omega = \left|\dfrac{I_1\omega_1 - I_2\omega_2}{I_1 + I_2}\right|$.

C. $\omega = \dfrac{I_1\omega_2 + I_2\omega_1}{I_1 + I_2}$.  D. $\omega = \left|\dfrac{I_1\omega_2 - I_2\omega_1}{I_1 + I_2}\right|$.

**Câu 31.** Một bánh xe có momen quán tính đối với trục quay cố định là 6 kg.m$^2$, đang đứng yên thì chịu tác dụng của một momen lực 30 N.m đối với trục quay. Bỏ qua mọi lực cản. Kể từ lúc bắt đầu quay, sau bao lâu thì bánh xe đạt tốc độ góc 100 rad/s ?

A. 2 s.  B. 5 s.  C. 6 s.  D. 20 s.

**Câu 32.** Một quả cầu đặc, đồng chất, khối lượng 2 kg, bán kính 10 cm. Quả cầu có trục quay cố định đi qua tâm. Quả cầu đang đứng yên thì chịu tác dụng của một momen lực 0,2 N.m. Gia tốc góc mà quả cầu thu được là

A. 10 rad/s$^2$.  B. 20 rad/s$^2$.  C. 25 rad/s$^2$.  D. 50 rad/s$^2$.

**Câu 33.** Một quả cầu đặc, đồng chất, khối lượng 1 kg, bán kính 10 cm. Quả cầu có trục quay cố định $\Delta$ đi qua tâm. Quả cầu đang đứng yên thì chịu tác dụng của một momen lực 0,1 N.m. Tính quãng đường mà một điểm ở trên quả cầu và ở xa trục quay của quả cầu nhất đi được sau 2 s kể từ lúc quả cầu bắt đầu quay.

A. 50 cm.  B. 200 cm.  C. 250 cm.  D. 500 cm.

**Câu 34.** Biết momen quán tính của một bánh xe đối với trục của nó là 15 kg.m$^2$. Bánh xe quay với tốc độ không đổi và quay được 600 vòng trong một phút. Động năng của bánh xe là:

A. 9.000 J  B. 25.000 J  C. 30.000 J  D. 60.000 J

**Câu 35.** Vật rắn thứ nhất quay quanh trục cố định $\Delta_1$ có momen động lượng là $L_1$, momen quán tính đối với trục $\Delta_1$ là $I_1 = 9$ kg.m$^2$. Vật rắn thứ hai quay quanh trục cố định $\Delta_2$ có momen động lượng là $L_2$, momen quán tính đối với trục $\Delta_2$ là $I_2 = 4$ kg.m$^2$. Biết động năng quay của hai vật rắn trên là bằng nhau. Tỉ số $\dfrac{L_1}{L_2}$ bằng:

A. $\dfrac{4}{9}$  B. $\dfrac{2}{3}$  C. $\dfrac{9}{4}$  D. $\dfrac{3}{2}$

**Câu 36.** Một bánh đà đang quay đều với tốc độ góc 200 rad/s. Tác dụng một momen hãm không đổi 50 N.m vào bánh đà thì nó quay chậm dần đều và dừng lại sau 8 s. Momen quán tính của bánh đà đối với trục quay là

A. 2 $kg.m^2$.   B. 6 $kg.m^2$.   C. 25 $kg.m^2$.   D. 32 $kg.m^2$.

**Câu 37.** Một bánh đà đang quay đều với tốc độ góc 3000 vòng/phút. Tác dụng một momen hãm không đổi 100 N.m vào bánh đà thì nó quay chậm dần đều và dừng lại sau 5 s. Tính momen quán tính của bánh đà đối với trục quay.

A. 0,03 $kg.m^2$.   B. 0,637 $kg.m^2$.   C. 0,17 $kg.m^2$.   D. 1,59 $kg.m^2$.

**Câu 38.** Một vật rắn có momen quán tính đối với một trục quay Δ cố định xuyên qua vật là $5.10^{-3}$ $kg.m^2$. Vật quay đều xung quanh trục quay Δ với tốc độ góc 200 vòng/phút. Lấy $\pi^2 = 10$. Động năng quay của vật là

A. 3,2 J.   B. 1,1 J.   C. 2,5 J.   D. 0,052 J.

**Câu 39.** Một bánh xe có momen quán tính đối với trục quay cố định là 6 $kg.m^2$ đang đứng yên thì chịu tác dụng của một momen lực không đổi M đối với trục quay đó. Biết rằng sau 5 s kể từ khi bắt đầu quay, bánh xe đạt được tốc độ góc là 100rad/s. Bỏ qua mọi lực cản. Giá trị của momen lực M là:

A.50 Nm.   B.75 Nm.   C.100 Nm.   D.120 Nm.

**Câu 40.** Một đĩa tròn đồng chất lăn không trượt trên một mặt phẳng nghiêng. Biết mặt phẳng nghiêng lập với mặt phẳng ngang một góc $30^0$. Gia tốc dài của đĩa dọc theo mặt phẳng nghiêng là:

A. $\frac{1}{3}g$   B. $\frac{1}{2}g$   C. $\frac{2}{5}g$   D. $\frac{3}{5}g$

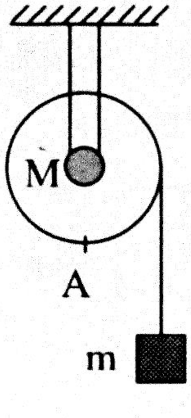
**Câu 41.** Một đĩa tròn có khối lượng 5 kg và đường kính 10 cm. Đĩa có thể quay quanh trục nằm ngang vuông góc với mặt phẳng đĩa và đi qua điểm A cách tâm O của đĩa 25 cm. Ban đầu người ta giữ đĩa đứng yên sao cho O và A nằm trên đường thẳng nằm ngang. Sau đó có người đặt vào mép đĩa, phía gần A hơn, một lực F = 100 N theo phương thẳng đứng hướng lên trên. Gia tốc góc ban đầu của đĩa khi lực F bắt đầu tác dụng gần bằng:

A. 400 ($rad/s^2$)   B. 136 ($rad/s^2$)   C. 569 ($rad/s^2$)   D. 22,0 ($rad/s^2$)

**Câu 42.** Một ròng rọc có bán kính R = 20 cm quay dưới tác dụng của một vật nặng treo ở một đầu sợi dây, đầu kia sợi dây quấn quanh ròng rọc (hình 1.16) ban đầu giữ vật đứng yên sau đó buông ra, vật sẽ chuyển động với gia tốc 2 $cm/s^2$. Tại thời điểm vật nặng đi được quãng đường 100 cm, độ lớn gia tốc của điểm A là:

A. 20,1 $cm/s^2$   B. 20,1 $m/s^2$

C. 22,5 $m/s^2$   D. 22,5 $cm/s^2$




Hình 1.16

**Câu 43.** Một ròng rọc có momen quán tính đối với trục quay cố định của nó là 10 kg.$m^2$, quay đều với tốc độ góc 45 vòng/phút. Tính động năng quay của ròng rọc.

A. 25 J. B. 111 J. C. 222 J. D. 55 J.

**Câu 44.** Một thanh đồng chất, tiết diện đều, dài 50 cm, khối lượng 0,1 kg quay đều trong mặt phẳng ngang với tốc độ góc 75 vòng/phút quanh một trục thẳng đứng đi qua trung điểm của thanh. Momen động lượng của thanh đối với trục quay đó là

A. 0,0157 kg.$m^2$/s. B. 0,196 kg.$m^2$/s.

C. 0,098 kg.$m^2$/s. D. 0,065 kg.$m^2$/s.

**Câu 45.** Một đĩa tròn đồng chất có bán kính 50 cm, khối lượng 2 kg quay đều trong mặt phẳng ngang với tốc độ 60 góc vòng/phút quanh một trục thẳng đứng đi qua tâm đĩa. Tính momen động lượng của đĩa đối với trục quay đó.

A. 1,57 kg.$m^2$/s. B. 3,14 kg.$m^2$/s.

C. 15 kg.$m^2$/s. D. 30 kg.$m^2$/s.

**Câu 46.** Một quả cầu đồng chất có bán kính 10 cm, khối lượng 2 kg quay đều với tốc độ góc 270 vòng/phút quanh một trục đi qua tâm quả cầu. Tính momen động lượng của quả cầu đối với trục quay đó.

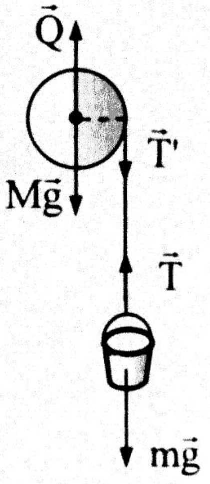
A. 0,113 kg.$m^2$/s. B. 0,226 kg.$m^2$/s.

C. 0,565 kg.$m^2$/s. D.2,16kg.$m^2$/s.

**Câu 47.** Một thùng nước khối lượng m được thả xuống giếng nhờ một sợi dây quấn quanh một ròng rọc có bán kính R và momen quán tính I đối với trục quay của nó (hình 6). Khối lượng của dây không đáng kể. Ròng rọc coi như quay tự do không ma sát quanh một trục cố định. Xác định biểu thức tính gia tốc của thùng nước là:

A. $a = \dfrac{g}{\left(1 + \dfrac{2I}{mR^2}\right)}$ B. $a = \dfrac{g}{\left(1 + \dfrac{I}{mR^2}\right)}$

C. $a = \dfrac{g}{\left(2 + \dfrac{3I}{mR^2}\right)}$ D. $a = \dfrac{g}{\left(2 + \dfrac{5I}{2mR^2}\right)}$



Hình 1.17

Chương II

# DAO ĐỘNG CƠ HỌC

## Chủ đề 1. ĐẠI CƯƠNG VỀ DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

*Các dạng toán thường gặp:*

*1. Tìm các đại lượng đặc trưng và viết phương trình dao động*

*2. Tìm thời điểm vật đi qua vị trí M. Khoảng thời gian vật đi từ M đến N*

*3. Tìm quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ $t_1$ đến $t_2$*

### Dạng 1. TÌM CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG VÀ VIẾT PHƯƠNG TRÌNH DAO ĐỘNG

### A - PHƯƠNG PHÁP GIẢI

**1.** Để tìm các đại lượng đặc trưng của dao động điều hoà (ω, f, T, v, a, $v_{max}$, $a_{max}$,...) ta cần ghi nhớ các kiến thức sau:

Từ phương trình dao động điều hoà

$$x = A\cos(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

* Vận tốc tại một thời điểm (vận tốc tức thời):

$$v = x' = -A\omega\sin(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

⇒ Vận tốc cực đại $v_{max} = A\omega$: khi vật đi qua vị trí cân bằng.

* Gia tốc tại một thời điểm (gia tốc tức thời):

$$a = v' = -A\omega^2\cos(\omega t + \varphi) \quad (3)$$

⇒ Gia tốc cực đại $a_{max} = A\omega^2$ : khi vật đi qua vị trí biên ($x = \pm A$)

* Từ (1), (2) và (3) suy ra mối quan hệ về pha giữa x, v và a:

+ Vận tốc nhanh pha $\frac{\pi}{2}$ so với li độ.

+ Gia tốc nhanh pha $\frac{\pi}{2}$ so với vận tốc.

+ Gia tốc ngược pha so với li độ.

* Công thức liên hệ giữa ω, f, T: $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

* Công thức liên hệ giữa A, x, v: $A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}}$

* Công thức liên hệ giữa A, v, a: $A = \sqrt{\frac{v^2}{\omega^2} + \frac{a^2}{\omega^4}}$

**2.** Để viết phương trình dao động của vật ta tiến hành theo các bước sau:

Phương trình dao động điều hoà có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Viết phương trình dao động của vật có nghĩa là tìm các đại lượng A, ω, φ:

– Tìm ω từ các công thức: $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

– Tìm A, φ từ điều kiện ban đầu:

+ *Trường hợp 1:* Khi vật đang nằm yên tại vị trí cân bằng, truyền cho nó một vận tốc $v_0 > 0$. Chọn gốc thời gian lúc truyền vận tốc cho vật.

$$\text{Tại } t = 0: \begin{cases} x = 0 \\ v = v_0 > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = 0 \\ -A\omega\sin\varphi = v_0 > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = \frac{v_0}{\omega} \\ \varphi = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

+ *Trường hợp 2:* Khi vật đang nằm yên tại vị trí cân bằng, truyền cho nó một vận tốc $v_0 < 0$. Chọn gốc thời gian lúc truyền vận tốc cho vật.

$$\text{Tại } t = 0: \begin{cases} x = 0 \\ v = v_0 < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = 0 \\ -A\omega\sin\varphi = v_0 < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = -\frac{v_0}{\omega} \\ \varphi = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

+ *Trường hợp 3:* Kéo vật đến vị trí có li độ $x_0 > 0$ rồi thả nhẹ, chọn gốc thời gian lúc thả vật:

$$\text{Tại } t = 0: \begin{cases} x = x_0 > 0 \\ v = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = x_0 > 0 \\ \sin\varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = x_0 \\ \varphi = 0 \end{cases}$$

+ *Trường hợp 4:* Kéo vật đến vị trí có li độ $x_0 < 0$ rồi thả nhẹ, chọn gốc thời gian lúc thả vật:

$$\text{Tại } t = 0: \begin{cases} x = x_0 < 0 \\ v = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = x_0 < 0 \\ \sin\varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = x_0 \\ \varphi = \pi \end{cases}$$

+ *Trường hợp 5 (trường hợp tổng quát):* Kéo vật đến vị trí có li độ $x_0$ rồi truyền cho nó vận tốc $v_0$:

Tại t = 0: $\begin{cases} x = x_0 \\ v = v_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = x_0 \\ A\omega\sin\varphi = v_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = \sqrt{x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2}} \\ \varphi = ... \end{cases}$

**Lưu ý:** Cũng có thể thực hiện bước tìm A từ công thức tổng quát $A = \sqrt{x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2}}$ sau đó mới sử dụng điều kiện ban đầu để tìm φ.

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 1.1.** Vật dao động điều hoà có phương trình $x = 5\cos(2\pi.t + \dfrac{\pi}{3})$ cm.

Vận tốc của vật khi qua li độ x = 3 cm là:

A. 25,12 cm/s  B. ± 25,12 cm/s

C. 12,56 cm/s  D. ± 12,56 cm/s

**Hướng dẫn giải:**

Từ phương trình: $A^2 = x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$

Thay số thu được $v = \pm 2\pi\sqrt{5^2 - 3^2} = \pm 2\pi . 4 = \pm 25,12$ (cm/s)

Chọn phương án B.

**Thí dụ 1.2.** Một vật dao động điều hoà với biên độ A = 8 cm, chu kỳ T = 2 s. Khi t = 0 vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Phương trình dao động của vật là:

A. $x = 8\cos(\pi t - \dfrac{\pi}{2})$ cm  B. $x = 8\cos(\pi t + \dfrac{\pi}{2})$ cm

C. $x = 8\cos(2\pi t - \dfrac{\pi}{2})$ cm  D. $x = 8\cos(2\pi t + \dfrac{\pi}{2})$ cm

**Hướng dẫn giải:**

Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Ta có: $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = \dfrac{2\pi}{2} = \pi$ (rad/s)

Tại t = 0 : $\begin{cases} x = 0 \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = 0 \\ -\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{2}$

Vậy phương trình dao động của vật là: $x = 8\cos(\pi t - \dfrac{\pi}{2})$cm

Chọn phương án A.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 1.1.** Kết luận nào dưới đây là đúng với dao động điều hoà ?

A. Li độ và vận tốc trong dao động điều hoà luôn ngược pha với nhau.

B. Li độ và gia tốc trong dao động điều hoà luôn ngược pha với nhau.

C. Vận tốc và gia tốc trong dao động điều hoà luôn cùng pha với nhau.

D. Vận tốc và gia tốc trong dao động điều hoà luôn ngược pha với nhau.

**Câu 1.2.** Một vật thực hiện dao động tuần hoàn. Biết rằng mỗi phút vật thực hiện được 360 dao động. Tần số dao động của vật này là:

A. $\frac{1}{6}$ Hz B. 6 Hz C. 60 Hz D. 120 Hz

**Câu 1.3.** Trong dao động điều hoà, đại lượng nào sau đây phụ thuộc vào cách kích thích dao động:

A. biện độ A và pha ban đầu $\varphi$ B. biên độ A và tần số góc $\omega$

C. pha ban đầu $\varphi$ và chu kỳ T D. chỉ biên độ A

**Câu 1.4.** Cho vật dao động điều hoà với các giá trị của li độ và gia tốc một số thời điểm được cho bởi bảng dưới đây

| x (mm) | −12 | −5 | 0 | 5 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|
| a (cm/s²) | 480 | 200 | 0 | −200 | −480 |

Lấy $\pi^2 = 10$. Chu kỳ dao động của vật là

A. $\frac{1}{2}$ s B. 1 s C. 2 s D. 4 s

**Câu 1.5.** Một vật dao động với phương trình $x = 4\cos(10\pi t - \frac{\pi}{3})$ cm. Vào thời điểm t = 0,5 s vật có li độ và vận tốc là:

A. $x = 2$ cm ; $v = -20\pi\sqrt{3}$ cm/s B. $x = -2$ cm ; $v = \pm 20\pi\sqrt{3}$ cm/s

C. $x = -2$ cm ; $v = -20\pi\sqrt{3}$ cm/s D. $x = 2$ cm ; $v = 20\pi\sqrt{3}$ cm/s.

**Câu 1.6.** Một vật dao động điều hoà với tần số f = 2 Hs. Biết rằng khi vật ở cách vị trí cân bằng một khoảng 2 cm thì nó có vận tốc $4\sqrt{5}\pi$ cm/s. Tính biên độ dao động của vật?

A. $A = 2\sqrt{2}$ cm B. A = 4 cm

C. $A = 3\sqrt{2}$ cm D. A = 3 cm

**Câu 1.7.** Một vật dao động điều hoà với biên độ 4 cm. Khi nó có li độ 2 cm thì vận tốc là 1 m/s. Tần số dao động bằng:

A. 1 Hz    B. 1,2 Hz    C. 3 Hz    D. 4,6 Hz

**Câu 1.8.** Một vật dao động điều hoà có các đặc điểm sau:

- Khi đi qua vị trí có toạ độ $x_1 = 8$ cm thì vật có vận tốc $v_1 = 12$ cm/s.
- Khi có toạ độ $x_2 = -6$ cm thì vật có vận tốc $v_2 = 16$ cm/s.

Tần số góc và biên độ của biên độ dao động trên lần lượt là :

A. $\omega = 2$ rad/s, A = 10 cm.    B. $\omega = 10$ rad/s, A = 2 cm.

C. $\omega = 2$ rad/s, A = 20 cm .    D. $\omega = 4$ rad/s, A = 10 cm .

**Câu 1.9.** Vật dao động điều hoà với phương trình $x = 4\cos(10\pi t - \frac{\pi}{3})$. cm. hỏi gốc thời gian đã được chọn lúc vật có trạng thái chuyển động như thế nào?

A. Đi qua gốc toạ độ x = 2 cm và chuyển động ngược chiều dương trục Ox.

B. Đi qua gốc toạ độ x = –2 cm và chuyển động ngược chiều dương trục Ox.

C. Đi qua gốc toạ độ x = 2 cm và chuyển động theo chiều dương trục Ox.

D. Đi qua gốc toạ độ x = –2 cm và chuyển động theo chiều dương trục Ox.

**Câu 1.10.** Một vật dao động điều hoà với biên độ A = 6 cm, tần số f = 2 Hz. Chọn gốc thời gian khi vật đi qua vị trí có li độ cực đại. Phương trình dao động của vật là:

A. $x = 6\sin 4\pi t$ cm    B. $x = 6\cos 4\pi t$ cm

C. $x = 6\sin(4\pi t - \frac{\pi}{2})$ cm    D. x = 6sin(4pt + p) cm

**Câu 1.11.** Một vật dao động điều hoà với biên độ A = 5 cm, chu kỳ T = 0,5 s. Chọn gốc thời gian khi vật có li độ $2{,}5\sqrt{2}$ cm đang chuyển động ngược với chiều dương của trục toạ độ. Phương trình dao động của vật là:

A. $x = 5\cos\left(4\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)$cm    B. $x = 5\cos\left(4\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$cm

C. $x = 5\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$cm    D. $x = 5\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$cm

**Câu 1.12.** Một vật dao động điều hoà với tần số f = 2 Hz. Khi pha dao động bằng $-\frac{\pi}{4}$ thì gia tốc của vật là a = –8 m/s$^2$. Lấy $\pi^2 = 10$. Biên độ dao động của vật là:

A. $10\sqrt{2}$ cm    B. $5\sqrt{2}$ cm

C. $2\sqrt{2}$ cm    D. Một giá trị khác

**Câu 1.13.** Một vật dao động điều hoà với chu kỳ T = 2 s. Vật qua vị trí cân bằng với vận tốc 31,4 cm/s. Tại thời điểm ban đầu, vật đi qua vị trí có li độ 5 cm theo chiều âm. Lấy $\pi^2 = 10$. Phương trình dao động của vật là:

A. $x = 10\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm  B. $x = 10\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm

C. $x = 10\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ cm  D. $x = 10\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ cm

## Dạng 2. TÌM THỜI ĐIỂM VẬT ĐI QUA VỊ TRÍ M VÀ THỜI GIAN VẬT ĐI TỪ M ĐẾN N

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

*** Để tìm thời điểm vật đi qua vị trí M có li độ $x_0$ ta viết phương trình dao động của vật, sau đó tìm t từ biểu thức: $A\cos(\omega t + \varphi) = x_0$**

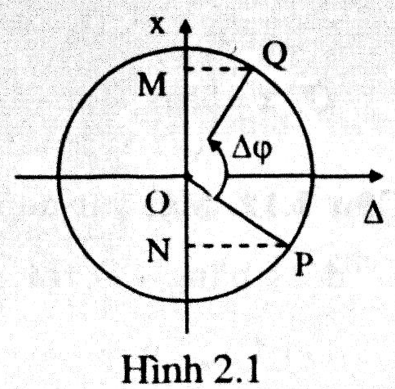
**Có những trường hợp còn yêu cầu tìm thời điểm vật đi qua vị trí M theo một chiều nào đó, khi đó ta cần tìm t từ hệ:**

$$\begin{cases} A\cos(\omega t + \varphi) = x_0 \\ A\omega\sin(\omega t + \varphi) > 0 \end{cases} \quad \text{(theo chiều dương)}$$

$$\text{Hoặc} \begin{cases} A\cos(\omega t + \varphi) = x_0 \\ A\omega\sin(\omega t + \varphi) < 0 \end{cases} \quad \text{(theo chiều âm)}$$

*** Để tìm khoảng thời gian vật đi từ M đến N ta tìm thời điểm $t_1$ vật đi qua M và thời điểm $t_2$ vật đi qua N sau đó tính $\Delta t = t_2 - t_1$**

Ngoài ra ta cũng có thể tính $\Delta t$ dựa vào mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều theo các bước sau:



Hình 2.1

*Bước 1:* Tìm các vị trí P và Q trên đường tròn tương ứng với các hình chiếu của M và N trên trục toạ độ.

*Bước 2:* Xác định góc $\Delta\varphi = \widehat{POQ}$

*Bước 3:* Tính $\Delta t$ theo công thức $\Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega}$

# B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 2.1.** Vật dao động điều hoà theo phương trình $x = A\cos(2\pi t - \frac{\pi}{3})$ cm.

Thời điểm vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm là:

A. $t = -\frac{1}{12} + k$ (s) (k = 1, 2, 3,...) B. $t = \frac{5}{12} + k$ (s) (k = 0, 1, 2, ...)

C. $t = -\frac{1}{12} + \frac{k}{2}$ (s) (k = 1, 2, 3,...) D. $t = \frac{1}{15} + k$ (s) (k = 0, 1, 2, ...)

**Hướng dẫn giải:**

Khi vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm:

$$\begin{cases} x = A\cos(2\pi t - \frac{\pi}{3}) = 0 \\ v = -A2\pi\sin(2\pi t - \frac{\pi}{3}) < 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \cos(2\pi t - \frac{\pi}{3}) = 0 \\ \sin(2\pi t - \frac{\pi}{3}) > 0 \end{cases}$$

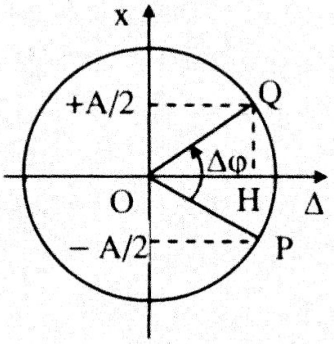
$$\Leftrightarrow 2\pi t - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} + k2\pi \Leftrightarrow t = \frac{5}{12} + k \text{ (s) } (k = 0, 1, 2, ...)$$

Chọn phương án B.

**Thí dụ 2.2.** Con lắc lò xo dao động điều hoà với chu kỳ T = 8 s. Tính thời gian vật nặng đi từ vị trí $x = +\frac{A}{2}$ đến vị trí $x = -\frac{A}{2}$?

A. $\Delta t = 4$ s B. $\Delta t = 4/3$ s

C. $\Delta t = 2$ s D. $\Delta t = 8/3$ s




**Hình 2.2**

**Hướng dẫn giải:**

Ta có: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4}$ (rad/s)

Áp dụng mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều $\Rightarrow$ thời gian vật nặng đi từ vị trí $x = +\frac{A}{2}$ đến vị trí $x = -\frac{A}{2}$ bằng thời gian chất điểm chuyển động tròn đều với vận tốc góc ω trên đường tròn bán kính A từ P đến Q như hình vẽ.

Trong $\Delta QOH$ : $\sin\widehat{QOH} = \frac{QH}{OQ} = \frac{1}{2} \Rightarrow \widehat{QOH} = \frac{\pi}{6}$

$\Rightarrow \Delta\varphi = 2.\widehat{QOH} = 2.\frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{4}{3}$ (s)

Chọn phương án B.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 2.1.** Vật dao động điều hoà theo phương trình: $x = A\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ cm

Thời điểm vật đi qua vị trí cân bằng là:

A. $t = \frac{2}{3} + 2k$ (s)  B. $t = -\frac{1}{3} + 2k$ (s)

C. $t = \frac{2}{3} + k$ (s)  D. $t = \frac{1}{3} + k$ (s)

**Câu 2.2.** Vật dao động điều hoà với phương trình $x = 5\sqrt{2}\cos(\pi t - \frac{\pi}{4})$ cm.

Các thời điểm vật chuyển động qua vị trí có toạ độ x = – 5 cm theo chiều dương của trục Ox là:

A. t = 1,5 + 2k (s) với k = 0, 1, 2,...

B. t = 1,5 + 2k (s) với k = 1, 2, 3,...

C. t = 1 + 2k (s) với k = 1, 2, 3,...

D. t = 1 + 2k (s) với k = 0, 1, 2,...

**Câu 2.3.** Một chất điểm dao động điều hòa theo phương trình x = 2cos(5πt–π/3) (x tính bằng cm, t tính bằng s). Trong một giây đầu tiên kể từ lúc t = 0. Chất điểm qua vị trí có li độ x = +1 cm

A. 7 lần  B. 6 lần  C. 5 lần  D.4 lần

**Câu 2.4.** Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox với chu kỳ T. Vị trí cân bằng của chất điểm trùng với gốc tọa độ, khoảng thời gian ngắn nhất để nó đi từ vị trí có li độ x = A đến vị trí có li độ x = A/2 là

A. T/6  B. T/4  C. T/3  D. T/2

**Câu 2.5.** Một vật dao động điều hoà với phương trình:

$$x = 6\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ cm}$$

Vận tốc trung bình của vật đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ x = 3 cm là:

A. 0,36 m/s  B. 3,6 m/s  C. 36 m/s  D. Một giá trị khác

**Câu 2.6.** Con lắc lò xo thẳng đứng dao động điều hoà theo phương trình:

$$x = 10\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ cm}$$

Gọi M là N lần lượt là vị trí thấp nhất và cao nhất của quả cầu. Gọi I và J lần lượt là trung điểm của OM và ON. Hãy tính vận tốc trung bình của quả cầu trên đoạn từ I tới J.

A. $\overline{v} = 40$ cm/s  B. $\overline{v} = 50$ cm/s

C. $\overline{v} = 60$ cm/s  D. $\overline{v} = 100$ cm/s

## Dạng 3. TÌM QUÃNG ĐƯỜNG VẬT ĐI ĐƯỢC TRONG MỘT KHOẢNG THỜI GIAN

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Để tìm quãng đường đi được của con lắc trong khoảng thời gian $\Delta t$ từ $t_1$ đến $t_2$ ta tiến hành theo các bước sau:

*Bước 1:* Thực hiện phép phân tích: $\Delta t = nT + \frac{T}{2} + t_0$

*Bước 2:* Tính quãng đường $S_1$ vật đi được trong $nT + \frac{T}{2}$ (s) đầu:

$$S_1 = n.4A + 2A$$

*Bước 3:* Tính quãng đường $S_2$ vật đi được trong khoảng thời gian $t_0$ (s) cuối bằng cách:

– Tính li độ $x_1$ và dấu vận tốc $v_1$ tại thời điểm $t_1 + nT + \frac{T}{2}$ (s)

– Tính li độ $x_2$ và dấu vận tốc $v_2$ tại thời điểm $t_2$.

– Nếu trong khoảng thời gian $t_0$ s cuối mà vật không đổi chiều chuyển động ($v_1$ và $v_2$ cùng dấu) thì $S_2 = |x_2 - x_1|$

– Nếu trong khoảng thời gian $t_0$ s cuối mà vật đổi chiều chuyển động ($v_1$ và $v_2$ khác dấu) thì ta phải biểu diễn quá trình chuyển động của nó (trong khoảng thời gian $t_0$ s cuối này) trên trục toạ độ rồi tính $S_2$.

*Bước 4:* Tính tổng: $S = S_1 + S_2$

**Lưu ý:** 1. Khi thực hiện phép phân tích $\Delta t$ theo cách này, nếu khuyết $\frac{T}{2}$ thì quãng đường $S_1$ được tính: $S_1 = n.4A$

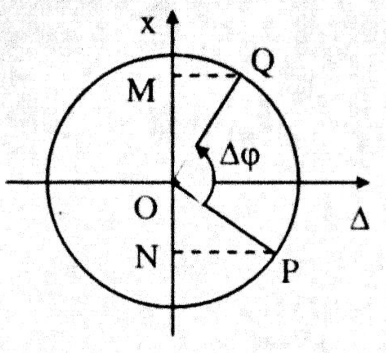
2. Có thể sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều để tính quãng đường $S_2$ bằng cách:

– Tìm các vị trí P và Q trên đường tròn biểu diễn trạng thái dao động của vật vào các thời điểm $t_1 + nT + \frac{T}{2}$ (s) và $t_2$.

– Xác định góc $\Delta\varphi = \widehat{POQ}$

– Tính $S_2$ theo công thức $S_2 = \Delta\varphi.A$

(A là biên độ dao động của vật)




Hình 2.3

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 3.1.** Vật dao động điều hoà theo phương trình

$$x = 2\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm}$$

Quảng đường vật đi được trong 1,1 s đầu tiên là:

A. $S = 40 + \sqrt{2}$ cm  B. $S = 44$ cm

C. $S = 40$ cm  D. $S = 40 + \sqrt{3}$ cm

**Hướng dẫn giải:**

Chu kỳ dao động của vật: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10\pi} = 0,2\ (s)$

Ta có: $\Delta t = 1,1 = 5.0,2 + \frac{0,2}{2} = 5T + \frac{T}{2}$

⇒ Quãng đường vật đi được là: S = 5.4A + 2A = 22.A = 44 (cm)

Chọn phương án B.

**Thí dụ 3.2.** Quả cầu của con lắc lò xo dao động điều hoà theo phương trình

$$x = 4\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ cm}$$

Quảng đường quả cầu đi được trong 2,25 s đầu tiên là:

A. $S = 16 + \sqrt{2}$ cm  B. $S = 18$ cm

C. $S = 16 + 2\sqrt{2}$ cm  D. $S = 16 + 2\sqrt{3}$ cm

**Hướng dẫn giải:**

Chu kỳ dao động của vật: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi} = 2\ (s)$

Ta có: $\Delta t = 2,25 = 2 + 0,25 = T + 0,25\ (s)$

⇒ Quãng đường vật đi được trong 2 s đầu là: $S_1 = 4A = 16$ (cm)

– Tại thời điểm 2 s: $\begin{cases} x_1 = 4\cos\left(\pi.2 - \frac{\pi}{2}\right) \text{ cm} = 0 \\ v_1 = -4\pi\sin\left(\pi.2 - \frac{\pi}{2}\right) \frac{\text{cm}}{\text{s}} > 0 \end{cases}$

– Tại thời điểm 2,25 s: $\begin{cases} x_2 = 4\cos\left(\pi.2,25 - \frac{\pi}{2}\right) \text{ cm} = 2\sqrt{2} \text{ cm} \\ v_2 = -4\pi\sin\left(\pi.2,25 - \frac{\pi}{2}\right) \frac{\text{cm}}{\text{s}} > 0 \end{cases}$

⇒ Trong khoảng thời gian từ $t_1$ đến $t_2$ vật không đổi chiều chuyển động.

⇒ Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ $t_1 = 2$ s đến $t_2 = 2,25$ s là: $S_2 = |x_2 - x_1| = 2\sqrt{2}$ (cm)

⇒ Quãng đường vật đi được trong 2,25 s đầu tiên là:

$$S = S_1 + S_2 = 16 + 2\sqrt{2} \text{ (cm)}$$

Chọn phương án C.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 3.1.** Một vật dao động điều hoà với biên độ A, chu kỳ T. Ở thời điểm $t_0 = 0$, vật đang ở vị trí biên. Quãng đường vật đi được từ thời điểm ban đầu đến thời điểm t = T/4 là

A. A/4 B. A/2 C. A D. 2A

**Câu 3.2.** Vật dao động điều hoà có phương trình: $x = 8\cos(2\pi t - \pi)$ cm.

Độ dài quãng đường mà vật đi được trong khoảng thời gian 8/3 s tính từ thời điểm ban đầu là:

A. 80 cm B. 82 cm C. 84 cm D. $80 + 2\sqrt{3}$ cm

**Câu 3.3.** Vật dao động điều hoà theo phương trình: $x = 10\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm

Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ $t_1 = 1,5$ s đến $t_2 = \frac{13}{3}$ s là:

A. $50 + 5\sqrt{3}$ cm B. $40 + 5\sqrt{3}$ cm

C. $50 + 5\sqrt{2}$ cm D. $60 - 5\sqrt{3}$ cm

**Câu 3.4.** Vật dao động điều hoà theo phương trình: $x = 5\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ cm

Vận tốc trung bình của vật trong khoảng thời gian từ $t_1 = 1$ s đến $t_2 = 4,625$ s là:

A. 15,5 cm/s B. 17,4 cm/s C. 18,2 cm/s D. 19,7 cm/s

**Câu 3.5.** Vật dao động điều hoà theo phương trình: $x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ cm

Vận tốc trung bình của vật trong khoảng thời gian từ $t_1 = 2$s đến $t_2 = 4,875$ s là:

A. 7,45 cm/s B. 8,14 cm/s C. 7,16 cm/s D. 7,86 cm/s

**Câu 3.6.** Vật dao động điều hoà với phương trình $x = 10\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm

Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian 1,55 s tính từ lúc xét dao động là:

A. $140 + 5\sqrt{2}$ (cm)
B. $150 + 5\sqrt{2}$ (cm)
C. $160 - 5\sqrt{2}$ (cm)
D. $160 + 5\sqrt{2}$ (cm)

# BÀI TẬP TỔNG HỢP

**Câu 1.** Một vật nhỏ dao động điều hòa trên trục Ox theo phương trình

$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

Vận tốc của vật có biểu thức là

A. $v = \omega A\cos(\omega t + \varphi)$
B. $v = -\omega A\cos(\omega t + \varphi)$
C. $v = \omega A\sin(\omega t + \varphi)$
D. $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$

**Câu 2.** Biểu thức li độ của vật dao động điều hòa có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$, vận tốc của vật có giá trị cực đại là

A. $v_{max} = A^2\omega$
B. $v_{max} = 2A\omega$
C. $v_{max} = A\omega^2$
D. $v_{max} = A\omega$

**Câu 3.** Một vật dao động điều hòa theo phương trình $x = 2\cos(4t + \pi/3)$, với x tính bằng cm; t tính bằng s. Vận tốc của vật có giá trị cực đại là

A. 6 cm/s
B. 4 cm/s
C. 2 cm/s
D. 8 cm/s

**Câu 4.** Một vật dao động điều hòa theo phương Ox với phương trình $x = 6\cos(4t - \pi/2)$ (cm). Gia tốc của vật có giá trị lớn nhất là

A. 1,5 $cm/s^2$
B. 144 $cm/s^2$
C. 96 $cm/s^2$
D. 24 $cm/s^2$

**Câu 5.** Một chất điểm dao động điều hòa trên đoạn thẳng AB. Khi qua vị trí cân bằng, vectơ vận tốc của chất điểm

A. luôn có chiều hướng đến A.
B. có độ lớn cực đại.
C. bằng không.
D. luôn có chiều hướng đến B.

**Câu 6.** Li độ và gia tốc của một vật dao động điều hoà luôn biến thiên điều hoà cùng tần số và

A. ngược pha với nhau.
B. cùng pha với nhau.
C. lệch pha nhau $\pi/2$.
D. lệch pha nhau $\pi/4$.

**Câu 7.** Trong dao động điều hoà, vận tốc tức thời của vật dao động biến đổi

A. cùng pha với li độ | B. ngược pha với li độ

C. sớm pha $\frac{\pi}{4}$ so với li độ | D. sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với li độ

**Câu 8.** Phương trình vận tốc của một vật dao động có dạng $v = \omega A \sin \omega t$. Kết luận nào sau đây là đúng?

A. Gốc thời gian được chọn lúc vật có li độ $x = +A$

B. Gốc thời gian được chọn lúc vật có li độ $x = -A$

C. Gốc thời gian được chọn lúc đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương

D. Gốc thời gian được chọn lúc đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm

**Câu 9.** Một chất điểm thực hiện dao động điều hoà với chu kỳ T = 3,14 s và biên độ A = 1 m. Khi chất điểm đi qua vị trí cân bằng thì vận tốc của nó bằng

A. 1 m/s B. 0,5 m/s C. 3 m/s D. 2 m/s

**Câu 10.** Vật dao động điều hoà theo phương trình: $x = -5\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm.

Xác định pha ban đầu của dao động?

A. $\varphi = \frac{\pi}{6}$ B. $\varphi = -\frac{\pi}{6}$ C. $\varphi = -\frac{5\pi}{6}$ D. $\varphi = \frac{5\pi}{6}$

**Câu 11.** Vật dao động điều hoà theo phương trình $x = 4\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm.

Thời điểm vật đi qua vị trí có li độ x = 2 cm theo chiều dương là:

A. $t = -\frac{1}{8} + \frac{k}{2}$ (s) (k = 1, 2, 3,...) B. $t = \frac{1}{24} + \frac{k}{2}$ (s) (k = 0, 1, 2,...)

C. $t = \frac{k}{2}$ (s) (k = 0, 1, 2,...) D. $t = -\frac{1}{6} + \frac{k}{2}$ (s) (k = 1, 2, 3,...)

**Câu 12.** Vật dao động điều hoà theo phương trình $x = 3\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ cm.

Hỏi trong giây đầu tiên vật đi qua vị trí cân bằng mấy lần?

A. 3 lần B. 4 lần C. 5 lần D. 6 lần

**Câu 13.** Một vật dao động điều hoà với chu kì T và biên độ A. Khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ $x = -\frac{A}{2}$ đến $x = \frac{A}{2}$ là

A. $\frac{T}{4}$ B. $\frac{T}{6}$ C. $\frac{T}{3}$ D. $\frac{T}{8}$

**Câu 14.** Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 5\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm

Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian 8,75 s tính từ lúc xét dao động là

A. $80 + 2,5\sqrt{2}$ (cm) B. $85 + 2,5\sqrt{2}$ (cm)

C. $90 - 2,5\sqrt{2}$ (cm) D. 85 (cm)

## Chủ đề 2. CON LẮC LÒ XO

### *Các dạng toán thường gặp:*

*1. Tìm các đại lượng đặc trưng và viết phương trình dao động*

*2. Bài toán về năng lượng của con lắc lò xo*

*3. Con lắc lò xo treo thẳng đứng và con lắc lò xo nằm trên mặt phẳng nghiêng*

*4. Hệ con lắc lò xo*

### Dạng 1. TÌM CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG VÀ VIẾT PHƯƠNG TRÌNH DAO ĐỘNG

### A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Để tìm các đại lượng đặc trưng đối với con lắc lò xo và viết phương trình dao động của nó, ngoài việc ghi nhớ các kiến thức ở dạng 1 của chủ đề 1 ở chương này (đại cương về dao động điều hoà), cần ghi nhớ thêm các kiến thức sau:

* Tần số góc: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Đối với con lắc lò xo treo thẳng đứng, ω còn được tính:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$$ ($\Delta l$ là độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng).

* Lực đàn hồi:

– Con lắc lò xo nằm ngang: $F_{dh} = k|x|$

$\Rightarrow F_{dh\,max} = kA$ : khi vật ở vị trí biên ($x = \pm A$)

và $F_{dh\,min} = 0$: khi vật ở vị trí cân bằng ($x = 0$)

– Con lắc lò xo treo thẳng đứng:

+ Nếu chọn chiều dương của trục toạ độ hướng xuống dưới:

$$F_{dh} = k|\Delta l + x|$$

+ Nếu chọn chiều dương của trục toạ độ hướng lên trên:

$$F_{dh} = k|\Delta l - x|$$

$\Rightarrow F_{dh\,max} = k|\Delta l + A|$ : khi vật ở vị trí biên phía dưới.

$$F_{dh\,min} = \begin{cases} 0 & (A \geq \Delta l) \\ k(\Delta l - A) & (A < \Delta l) \end{cases}$$

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 1.1.** Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng 20 N/m và viên bi có khối lượng 0,2 kg dao động điều hòa. Tại thời điểm t, vận tốc và gia tốc của viên bi lần lượt là 20 cm/s và $2\sqrt{3}$ m/s². Biên độ dao động của viên bi là

A. 16 cm  B. 4 cm  C. $4\sqrt{3}$ cm  D. $10\sqrt{3}$ cm

**Hướng dẫn giải:**

Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó: $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} = \sqrt{\dfrac{20}{0,2}} = 10$ (rad/s)

$$\begin{cases} v = -A\omega\sin(\omega t + \varphi) \\ a = -A\omega^2\cos(\omega t + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{v}{\omega} = -A\sin(\omega t + \varphi) \\ \dfrac{a}{\omega^2} = -A\cos(\omega t + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 + \left(\frac{a}{\omega^2}\right)^2 = A^2$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{\left(\frac{v}{\omega}\right)^2 + \left(\frac{a}{\omega^2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{20}{10}\right)^2 + \left(\frac{200\sqrt{3}}{10^2}\right)^2} = 4 \text{ (cm)}$$

Chọn phương án B.

**Thí dụ 1.2.** Một con lắc lò xo gồm một vật nặng có khối lượng m = 400 g, gắn vào đầu lò xo có độ cứng k = 40 N/m. Người ta kéo vật nặng theo chiều âm ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn bằng 4 cm rồi thả ra cho nó dao động. Chọn gốc thời gian lúc thả vật. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 4\cos(10t + \pi)$ cm  B. $x = 4\cos 10t$ cm

C. $x = 4\sqrt{2}\cos(10t + \pi)$ cm  D. $x = 4\sqrt{2}\cos 10t$ cm

**Hướng dẫn giải:**

Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Ta có: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{40}{0,4}} = 10\ (rad/s)$; $A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = 4\ (cm)$

Tại $t = 0$: $\begin{cases} x < 0 \\ v = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi < 0 \\ \sin\varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \pi$

Vậy phương trình dao động của vật là: $x = 4\cos(10t + \pi)$ cm

Chọn phương án A.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 1.1.** Một con lắc lò xo gồm vật khối lượng m và lò xo có độ cứng k dao động điều hoà. Nếu tăng độ cứng k lên 2 lần và giảm khối lượng m đi 8 lần thì tần số dao động của vật sẽ

A. tăng 4 lần B. giảm 2 lần C. tăng 2 lần D. giảm 4 lần

**Câu 1.2.** Một lò xo k, khi gắn với $m_1$ thì vật dao động với chu kì $T_1 = 0,6$ s và khi gắn với vật $m_2$ thì chu kì là $T_2 = 0,8$ s. Nếu móc hai vật vào lò xo thì chu kì dao động của chúng là:

A. 0,2 s B. 0,7 s C. 1,0 s D. 1,4 s

**Câu 1.3**. Một lò xo khối lượng không đáng kể có độ dài tự nhiên $l_0 = 20$ cm. Treo một vật nặng vào nó thì độ dài của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là $l = 24$ cm. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn rồi thả nhẹ thì hệ sẽ dao động điều hoà. Lấy $g = 10\ m/s^2$, $\pi^2 = 10$. Tần số dao động là

A. f = 0,4 Hz B. f = 2,5 Hz C. f = 2 Hz D. f = 5 Hz

**Câu 1.4.** Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang, vật nặng dao động điều hoà với A = 10 cm, T = 0,5 s. Khối lượng của vật nặng là m = 250 g, lấy $\pi^2 = 10$. Lực đàn hồi cực đại tác dụng lên vật nặng có giá trị là

A. 0,4 N B. 0,8 N C. 4 N D. 8 N

**Câu 1.5.** Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox với phương trình $x = A\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$. Nếu chọn gốc tọa độ O tại vị trí cân bằng của vật thì gốc thời gian t = 0 là lúc vật

A. ở vị trí li độ cực đại thuộc phần dương của trục Ox.

B. qua vị trí cân bằng O ngược chiều dương của trục Ox.

C. ở vị trí li độ cực đại thuộc phần âm của trục Ox.

D. qua vị trí cân bằng O theo chiều dương của trục Ox.

**Câu 1.6.** Một vật dao động điều hòa với biên độ A, tần số góc ω. Chọn gốc thời gian là lúc vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Phương trình dao động của vật là

A. $x = A\cos(\omega t + \pi/4)$ B. $x = A\cos\omega t$

C. $x = A\cos(\omega t - \pi/2)$ D. $x = A\cos(\omega t + \pi/2)$

**Câu 1.7.** Một vật dao động điều hoà dọc theo trục Ox với biên độ A, tần số f. Chọn gốc tọa độ ở vị trí cân bằng của vật, gốc thời gian t = 0 là lúc vật ở vị trí x = A. Li độ của vật được tính theo biểu thức

A. $x = A\cos(2\pi ft)$ B. $x = A\cos(2\pi ft + \pi/2)$

C. $x = A\cos(2\pi ft - \pi/2)$ D. $x = A\cos(\pi ft)$

**Câu 1.8.** Một con lắc lò xo gồm một vật có khối lượng m = 0,4 kg, gắn vào đầu một lò xo có độ cứng k = 4 N/m. Khi vật ở vị trí cân bằng, truyền cho nó vận tốc ban đầu bằng 20 cm/s. Chọn chiều dương của trục toạ độ cùng chiều với chiều vận tốc ban đầu của vật, gốc thời gian khi truyền vận tốc cho vật. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 2\sqrt{10}\cos(\sqrt{10}t - \frac{\pi}{2})cm$ B. $x = 2\sqrt{10}\cos(\sqrt{10}t + \frac{\pi}{2})cm$

C. $x = 2\cos\sqrt{10}t cm$ D. $x = 2\sin(\sqrt{10}t - \frac{\pi}{2})cm$

**Câu 1.9.** Vật nặng trong con lắc lò xo dao động điều hoà với $\omega = 10\sqrt{5}$ rad/s. Chọn gốc toạ độ trùng với vị trí cân bằng của vật. Biết rằng tại thời điểm ban đầu vật đi qua li độ x = + 2 cm với vận tốc $v = +20\sqrt{15}$ cm/s. Phương trình dao động của vật là:

A. $x = 4\cos(10\sqrt{5}t - \frac{\pi}{3})$ cm B. $x = 2\sqrt{2}\cos(10\sqrt{5}t - \frac{\pi}{3})$ cm

C. $x = 4\cos(10\sqrt{5}t - \frac{\pi}{6})$ cm D. $x = 5\cos(10\sqrt{5}t + \frac{\pi}{6})$ cm

**Câu 1.10.** Chọn gốc O của hệ trục tại vị trí cân bằng. Vật nặng trong con lắc lò xo dao động điều hoà dọc theo trục Ox, vận tốc khi qua vị trí cân bằng là $20\pi$ cm/s. Gia tốc cực đại 2 m/s$^2$. Gốc thời gian được chọn lúc vật qua điểm $M_0$ có $x_0 = -10\sqrt{2}$ cm hướng về vị trí cân bằng. Coi $\pi^2 = 10$. Phương trình dao động của vật là phương trình nào sau đây?

A. $x = 10\cos(\pi t - \frac{3\pi}{4})$ cm. B. $x = 10\cos(\pi t - \frac{\pi}{4})$ cm.

C. $x = 20\cos(\pi t - \frac{3\pi}{4})$ cm. D. $x = 20\sin(\pi t - \frac{\pi}{4})$ cm.

## Dạng 2. BÀI TOÁN VỀ NĂNG LƯỢNG CỦA CON LẮC LÒ XO

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Xét con lắc lò xo dao động điều hoà theo phương trình:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi) \text{ cm}$$

– Thế năng: $W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \varphi)$ (1)

– Động năng: $W_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t + \varphi)$ (2)

– Cơ năng: $W = W_t + W_đ = \frac{1}{2}kA^2 = \text{const}$

Như vậy trong quá trình dao động của vật dao động điều hoà có sự biến đổi qua lại giữa động năng và thế năng nhưng tổng của chúng, tức cơ năng được bảo toàn.

Từ (1) và (2) dễ dàng suy ra rằng thế năng và động năng của con lắc lò xo là hàm tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ $T' = \frac{T}{2}$ (với T là chu kỳ dao động của con lắc).

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 4.1.** Một con lắc lò xo có độ cứng k = 100 N/m dao động điều hoà với biên độ A = 5 cm. Động năng của vật nặng khi nó lệch khỏi vị trí cân bằng một đoạn 3 cm là:

A. 0,016 J B. 0,08 J C. 16 J D. 800 J

**Hướng dẫn giải:**

Cơ năng của vật: $W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}.100.0,05^2 = 0,125$ (J)

Thế năng của vật khi nó lệch khỏi vị trí cân bằng một đoạn 3 cm ($x = \pm 3$ cm): $W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}.100.0,03^2 = 0,045$ (J)

⇒ Động năng của vật nặng khi nó lệch khỏi vị trí cân bằng một đoạn 3 cm:

$$W_đ = W - W_t = 0,125 - 0,045 = 0,08 \text{ (J)}$$

Chọn phương án B.

**Thí dụ 4.2.** Con lắc lò xo dao động điều hoà với tần số f = 0,5 Hz. Động năng của nó là một hàm tuần hoàn với chu kỳ:

A. 0,5 s    B. 1 s    C. 2 s    D. 4 s

**Hướng dẫn giải:**

Chu kỳ dao động của con lắc: $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,5} = 2$ (s)

Chu kỳ của động năng: $T' = \frac{T}{2} = 1$ (s)

Chọn phương án B.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 2.1.** Một con lắc lò xo gồm một lò xo khối lượng không đáng kể, độ cứng k, một đầu cố định và một đầu gắn với một viên bi nhỏ khối lượng m. Con lắc này đang dao động điều hòa. Điều nào sau đây là đúng khi nói về cơ năng của nó:

A. tỉ lệ nghịch với khối lượng m của viên bi.

B. tỉ lệ với bình phương chu kì dao động.

C. tỉ lệ với bình phương biên độ dao động.

D. tỉ lệ nghịch với độ cứng k của lò xo.

**Câu 2.2.** Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về dao động điều hoà của con lắc lò xo?

A. Cơ năng của con lắc tỷ lệ với bình phương của biên độ dao động.

B. Khi đi từ vị trí biên về vị trí cân bằng, động năng tăng dần còn thế năng giảm dần.

C. Cơ năng của con lắc bằng động năng của nó tại vị trí cân bằng và bằng thế năng của nó tại vị trí biên.

D. Cả A, B và C đều đúng

**Câu 2.3.** Một vật nhỏ dao động điều hòa trên trục Ox với phương trình x = Acosωt. Động năng của vật tại thời điểm t được tính:

A. $W_d = \frac{1}{2}mA^2\omega^2\cos^2(\omega t)$    B. $W_d = mA^2\omega^2\sin^2(\omega t)$

C. $W_d = \frac{1}{2}mA^2\omega^2\sin^2(\omega t)$    D. $W_d = 2mA^2\omega^2\sin^2(\omega t)$

**Câu 2.4.** Một con lắc lò xo dao động điều hoà với phương trình $x = A\cos\omega t$ và có cơ năng là W. Động năng của vật tại thời điểm t là

A. $W_d = \frac{W}{2}\cos\omega t$.  B. $W_d = \frac{W}{4}\sin\omega t$.

C. $W_d = W\cos^2\omega t$.  D. $W_d = W\sin^2\omega t$.

**Câu 2.5.** Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hoà theo phương trình

$$x = 10\cos(4\pi t + \pi/2) \text{ cm}$$

với t tính bằng giây. Động năng của vật đó biến thiên với chu kì bằng

A. 0,50 s  B. 1,50 s  C. 0,25 s  D. 1,00 s

**Câu 2.6.** Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hoà theo phương trình $x = 10\cos(4\pi t + \frac{\pi}{3})$ cm với t tính bằng giây. Thế năng và động năng của vật này biến thiên với chu kì bằng:

A. 0,5 s  B. 0,25 s  C. 1,5 s  D. 1,0 s

**Câu 2.7.** Con lắc lò xo dao động điều hoà theo phương nằm ngang với biên độ A. Li độ của vật khi động năng của vật bằng thế năng của lò xo là

A. $x = \pm\frac{A\sqrt{2}}{2}$  B. $x = \pm\frac{A\sqrt{2}}{4}$  C. $x = \pm\frac{A}{2}$  D. $x = \pm\frac{A}{4}$

**Câu 2.8.** Con lắc lò xo dao động điều hoà với biên độ 4 cm. Li độ của vật tại vị trí động năng bằng 3 lần thế năng là:

A. 2 cm  B. –2 cm  C. ± 2 cm  D. ± 3 cm

**Câu 2.9.** Ở vị trí nào thì động năng của con lắc có giá trị gấp n lần thế năng?

A. $x = \frac{A}{n}$  B. $x = \frac{A}{n+1}$  C. $x = \pm\frac{A}{\sqrt{n+1}}$  D. $x = \pm\frac{A}{n+1}$

**Câu 2.10.** Một con lắc lò xo dao động điều hoà với tần số góc $\omega = 10$ rad/s và biên độ A = 6 cm. Vận tốc của vật khi đi qua vị trí có thế năng bằng 3 lần động năng có độ lớn bằng:

A. 0,18 m/s  B. 0,3 m/s  C. 1,8 m/s  D. 3 m/s

**Câu 2.11.** Một con lắc lò xo nằm ngang dao động điều hoà với cơ năng W = 0,02 J. Lò xo có chiều dài tự nhiên của lò xo là $l_0$ = 20 cm và độ cứng k = 100 N/m. Chiều dài cực đại và cực tiểu của lò xo trong quá trình vật dao động là:

A. 24 cm và 16 cm  B. 23 cm và 17 cm

C. 22 cm và 18 cm  D. 21 cm và 19 cm

**Câu 2.12.** Con lắc lò xo nằm ngang gồm vật nặng khối lượng m = 100 g gắn vào đầu một lò xo có khối lượng không đáng kể. Hệ thực hiện dao động điều hoà với chu kỳ T = 1s và cơ năng W = 0,18 J. Tính biên độ dao động của vật và lực đàn hồi cực đại của lò xo? Lấy $\pi^2 = 10$.

A. A = 30 cm, $F_{dh\,Max} = 1,2$ N

B. A = $\frac{30}{\sqrt{2}}$ cm, $F_{dh\,Max} = 6\sqrt{2}$ N

C. A = 30 cm, $F_{dh\,Max} = 12$ N

D. A = 30 cm, $F_{dh\,Max} = 120$ N

**Câu 2.13.** Con lắc lò xo gồm vật nhỏ khối lượng m = 400 g và lò xo có độ cứng k. Kích thích cho vật dao động điều hoà với cơ năng E = 25 mJ. Khi vật qua li độ –1 cm thì vật có vận tốc – 25 cm/s. Độ cứng k của lò xo bằng:

A. 250 N/m. B. 200 N/m.

C. 150 N/m. D. 100 N/m.

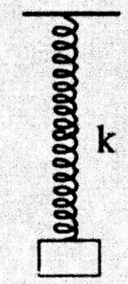
## Dạng 3. CON LẮC LÒ XO TREO THẲNG ĐỨNG VÀ CON LẮC LÒ XO NẰM TRÊN MẶT PHẲNG NGHIÊNG

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

**1. Con lắc lò xo treo thẳng đứng**

Việc giải bài tập đối với con lắc lò xo treo thẳng đứng cũng tương tự như đối với con lắc lò xo nằm ngang. Cần lưu ý rằng, độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng được tính: $\Delta l = \frac{mg}{k}$. Từ đây ta có thể suy ra các công thức khác:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}}\ ;\ g = \frac{\Delta l.k}{m} = \frac{\Delta l}{\omega^2}$$




Hình 2.4

**2. Con lắc lò xo nằm trên mặt phẳng nghiêng**

Xét con lắc lò xo gồm vật nặng khối lượng m gắn vào đầu một lò xo có độ cứng k nằm trên mặt phẳng nghiêng hợp với phương nằm ngang một góc α như hình vẽ.

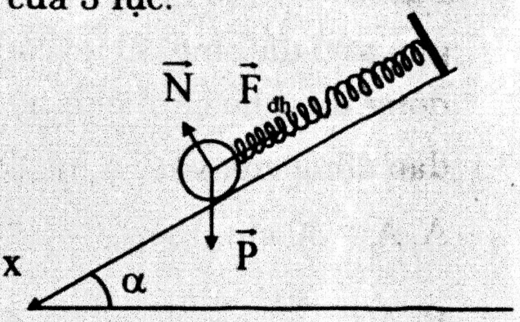
Nếu bỏ qua ma sát thì vật chịu tác dụng của 3 lực:

Lực đàn hồi của lò xo $\vec{F}_{dh}$;

trọng lực $\vec{P}$; phản lực $\vec{N}$.

– Tại vị trí cân bằng:

$$\vec{F}_{dh} + \vec{P} + \vec{N} = \vec{0} \Rightarrow mg\sin\alpha - k\Delta l = 0 \quad (1)$$




Hình 2.5

– Tại vị trí vật ở li độ x bất kì, lò xo dãn một đoạn x + $\Delta l$:

$$\vec{F}_{dh} + \vec{P} + \vec{N} = m\vec{a} \Rightarrow mg\sin\alpha - k(x + \Delta l) = mx" \quad (2)$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow -kx = mx" \Rightarrow x" + \frac{k}{m}x = 0$

Đặt $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow x" + \omega^2 x = 0$

Phương trình này có nghiệm dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Như vậy con lắc lò xo nằm trên mặt phẳng nghiêng cũng dao động điều hoà với tần số góc $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$. Vì vậy việc giải các bài toán về con lắc lò xo nằm trên mặt phẳng nghiêng cũng tương tự như bài toán về con lắc lò xo nằm trên mặt phẳng ngang và con lắc lò xo thẳng đứng với lưu ý:

+ Độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng: $\Delta l = \frac{mg\sin\alpha}{k}$

+ Tần số góc của dao động còn được tính theo công thức: $\omega = \sqrt{\frac{g\sin\alpha}{\Delta l}}$

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 3.1.** Con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm hòn bi có khối lượng m = 100g dao động điều hoà có chu kỳ T = 1s. Vận tốc của hòn bi qua vị trí cân bằng là 31,4 cm/s. Lấy g = 10 m/s$^2$, $\pi^2 = 10$. Lực đàn hồi cực đại của lò xo tác dụng vào hòn bi là:

A. 1,2 N B. 0,2 N C. 1,0 N D. 4 N

**Hướng dẫn giải:**

Tần số góc: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi$ (rad/s)

Mà $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2 = 0,1.(2\pi)^2 = 4$ (N/m)

Khi hòn bi ở vị trí cân bằng, vận tốc của nó có giá trị cực đại:

$$v = v_{max} = A\omega \Rightarrow A = \frac{v_{max}}{\omega} = \frac{31,4}{2.3,14} = 5 \text{ (cm)}$$

Độ dãn của lò khi $x_0$ vật ở vị trí cân bằng là:

$$\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{(2\pi)^2} = 0,25 \text{ (m)} = 25 \text{ (cm)}$$

Lực đàn hồi cực đại của lò xo tác dụng vào hòn bi:

$$F_{dh\,max} = k(A + \Delta l) = 4(0,05 + 0,25) = 1,2 \text{ (N)}$$

Chọn phương án A.

**Thí dụ 3.2.** Một con lắc lò xo đặt trên mặt phẳng nghiêng góc $\alpha = 30^o$ so với mặt phẳng nằm ngang. Vật đang ở vị trí cân bằng O thì lò xo dãn một đoạn $\Delta l = 5$ cm. Lấy g = 10 m/s$^2$. Kích thích cho vật dao động thì nó sẽ dao động điều hoà với vận tốc cực đại 40 cm/s. Chọn trục toạ độ trùng với phương dao động của vật, gốc thời gian khi vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Phương trình dao động của vật là:

A. $x = 4\cos\left(10t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm B. $x = 4\cos\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm

C. $x = 2\sqrt{2}\cos\left(2\sqrt{10}t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm D. $x = 2\sqrt{2}\cos\left(2\sqrt{10}t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm

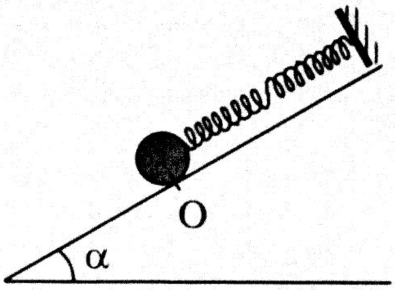
**Hướng dẫn giải:**

Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Ta có: $\omega = \sqrt{\frac{g\sin\alpha}{\Delta l}} = \sqrt{\frac{10.\sin 30^o}{0,05}} = 10$ (rad/s)

Từ $v_{max} = A\omega \Rightarrow A = \frac{v_{max}}{\omega} = \frac{40}{10} = 4$ (cm)

Tại t = 0: $\begin{cases} x = 0 \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = 0 \\ -A\omega\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$



Hình 2.6

Vậy phương trình dao động của vật là

$$x = 4\cos\left(10t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ cm}$$

Chọn phương án A.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 3.1.** Một con lắc lò xo bố trí theo phương thẳng đứng. Đầu trên cố định, đầu dưới móc vật nặng, gọi $\Delta l_0$ là độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng. Biểu thức nào sau đây **không đúng**?

A. $\Delta l_0 = \dfrac{mg}{k}$  B. $\omega^2 = \dfrac{g}{\Delta l_0}$  C. $f = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{\Delta l_0}}$  D. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{g}{\Delta l_0}}$

**Câu 3.2.** Một vật có khối lượng m = 100 g được treo vào đầu dưới của một lò xo có chiều dài tự nhiên $l_0$ = 30 cm, độ cứng k = 100 N/m, đầu trên cố định. Lấy g = 10 m/s$^2$. Chiều dài của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là

A. 31 cm  B. 32 cm  C. 33 cm  D. 34 cm

**Câu 3.3.** Một vật có khối lượng m gắn vào một đầu lò $x_0$ khối lượng không đáng kể, đầu còn lại phía trên của lò xo được giữ cố định. Cho vật dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với tần số 2,5 Hz. Trong quá trình vật dao động, chiều dài của lò xo thay đổi từ $l_1$ = 20 cm đến $l_1$ = 24 cm. Lấy g = 10 m/s$^2$ và $\pi^2 = 10$. Điều nào sau đây **sai**?

A. Khi vật ở vị trí cân bằng, lò xo đã bị giãn 4 cm.

B. Chiều dài tự nhiên của lò xo là 18 (cm)

C. Trong quá trình vật dao động lò xo luôn bị dãn,

D. Lực đàn hồi cực tiểu của lò xo bằng không.

**Câu 3.4.** Một con lắc lò xo có độ cứng k treo thẳng đứng, đầu trên cố định, đầu dưới gắn vật. Gọi độ giãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là $\Delta l$ . Cho con lắc dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với biên độ A ($A > \Delta l$ ). Trong quá trình dao động lực đàn hồi nhỏ nhất của lò xo là

A. $F_{dh\,min} = k(A + \Delta l)$  B. $F_{dh\,min} = 0$

C. $F_{dh\,min} = k(\Delta l - A)$  D. $F_{dh\,min} = kA$

**Câu 3.5.** Một con lắc lò xo có độ cứng k treo thẳng đứng, đầu trên cố định, đầu dưới gắn vật. Gọi độ giãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là $\Delta l$ . Cho con lắc dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với biên độ A ($A < \Delta l$ ). Trong quá trình dao động lực đàn hồi nhỏ nhất của lò xo là

A. $F_{dh\,min} = k(A + \Delta l)$  B. $F_{dh\,min} = 0$

C. $F_{dh\,min} = k(\Delta l - A)$  D. $F_{dh\,min} = kA$

**Câu 3.6.** Một con lắc lò xo có độ cứng k treo thẳng đứng, đầu trên cố định, đầu dưới gắn vật. Gọi độ giãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là $\Delta l$. Cho con lắc dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với biên độ A. Trong quá trình dao động lực đàn hồi lớn nhất của lò xo là

A. $F_{dh\,max} = k(A + \Delta l)$ B. $F_{dh\,max} = k(\Delta l - A)$

C. $F_{dh\,max} = k(A - \Delta l)$ D. $F_{dh\,max} = kA$

**Câu 3.7.** Một con lắc lò xo thẳng đứng gồm vật nặng có khối lượng m = 200 g, độ cứng k = 200 N/m. Vật dao động điều hoà với biên độ A = 2 cm. Lấy g = 10 m/s$^2$. Lực đàn hồi cực tiểu tác dụng vào vật trong quá trình dao động là

A. 0 B. 4 N C. 5,4 N D. 8 N

**Câu 3.8.** Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, lò xo có độ cứng k = 100 N/m, vật nặng có khối lượng m = 200g. Chọn trục toạ độ Ox thẳng đứng, gốc O trùng với vị trí cân bằng, chiều dương hướng từ trên xuống. Từ vị trí cân bằng kéo vật xuống dưới đến vị trí lò xo dãn 7 cm rồi buông nhẹ thì vật dao động điều hoà. Cho g = 10 m/s$^2$. Tìm biên độ dao động của vật?

A. A = 4 cm B. A = 4,5 cm C. A = 5 cm D. A = 7 cm

**Câu 3.9.** Con lắc lò xo thẳng đứng gồm vật nặng khối lượng m gắn vào đầu một lò xo độ cứng k. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn rồi thả nhẹ thì hệ sẽ dao động điều hoà. Biết độ giãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là $\Delta l$ = 4 cm. Lấy g = 10 m/s$^2$, $\pi^2 = 10$. Tần số dao động của vật là:

A. f = 0,4 Hz B. f = 2,5 Hz C. f = 2 Hz D. f = 5 Hz

**Câu 3.10.** Một con lắc lò xo treo thẳng đứng. Kích thích cho con lắc dao động điều hòa theo phương thẳng đứng. Chu kì và biên độ dao động của con lắc lần lượt là 0,4 s và 8 cm. Chọn trục x'x thẳng đứng chiều dương hướng xuống, gốc tọa độ tại vị trí cân bằng, gốc thời gian t = 0 khi vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Lấy gia tốc rơi tự do g = 10 m/s$^2$ và $\pi^2$ = 10. Thời gian ngắn nhất kể từ khi t = 0 đến khi lực đàn hồi của lò xo có độ lớn cực tiểu là

A. $\frac{4}{15}$ s B. $\frac{7}{30}$ s C. $\frac{3}{10}$ s D. $\frac{1}{30}$ s

**Câu 3.11.** Một con lắc lò xo gồm vật nặng khối lượng m = 400 g, lò xo có độ cứng k = 80 N/m, chiều dài tự nhiên $l_0$ = 25 cm được đặt trên mặt phẳng nghiêng một góc $\alpha = 30^0$ so với mặt phẳng nằm ngang. Đầu trên lò xo gắn vào một điểm cố định, đầu dưới gắn vật nặng. Lấy g = 10 m/s$^2$. Chiều dài của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là:

A. 26 cm B. 27 cm C. 27,5 cm D. 29 cm

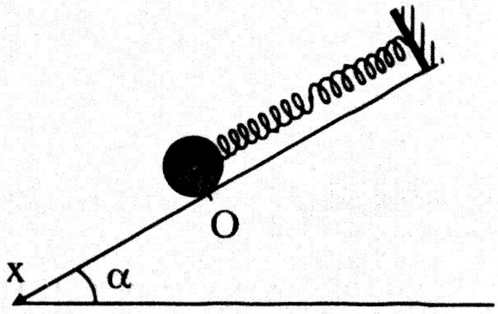
**Câu 3.12.** Con lắc lò xo gồm một quả cầu khối lượng m = 100 g gắn vào một lò xo khối lượng không đáng kể có độ cứng k = 50 N/m và có độ dài tự nhiên $l_0$ = 12 cm. Con lắc được đặt trên mặt phẳng nghiêng một góc $\alpha$ so với phương ngang, khi đó lò xo dài $l$ = 11 cm. Bỏ qua ma sát, lấy g = 10 m/s$^2$. Giá trị góc $\alpha$ là:

A. $\alpha = 15^0$ B. $\alpha = 30^0$ C. $\alpha = 45^0$ D. $\alpha = 60^0$

**Câu 3.13.** Một con lắc lò xo đặt trên mặt phẳng nghiêng góc $\alpha$ so với mặt phẳng nằm ngang. Vật đang ở vị trí cân bằng O thì lò xo giãn $\Delta l$. Lấy g = 10 m/s$^2$. Tính góc nghiêng $\alpha$ biết rằng nếu tăng $\alpha$ thêm 30° thì khi cân bằng lò xo giãn $\Delta l' = \sqrt{3}\Delta l$.

A. $\alpha = 15^0$ B. $\alpha = 30^0$ C. $\alpha = 45^0$ D. $\alpha = 60^0$

**Câu 3.14.** Một con lắc lò xo gồm vật nặng có khối lượng m = 500 g, lò xo có độ cứng k = 100 N/m, hệ được đặt trên mặt phẳng nghiêng một góc $\alpha = 45°$ so với mặt phẳng nằm ngang, giá cố định ở phía trên. Nâng vật lên đến vị trí mà lò xo không biến dạng rồi thả nhẹ. Chọn trục toạ độ trùng với phương dao động của vật, chiều dương hướng xuống dưới, gốc thời gian là lúc thả vật. Lấy g = 10 m/s$^2$. Phương trình dao động của vật là:

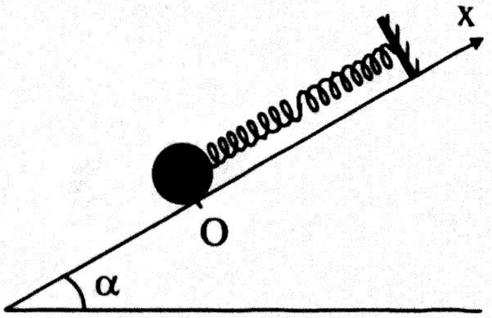


Hình 2.6

A. $x = 5\cos\left(10\sqrt{2}t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm B. $x = 5\cos(10\sqrt{2}t + \pi)$ cm

C. $x = 2,5\sqrt{2}\cos(10\sqrt{2}t + \pi)$ cm D. $x = 2,5\sqrt{2}\cos\left(10\sqrt{2}t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm

**Câu 3.15.** Một con lắc lò xo gồm vật nặng có khối lượng m = 250 g, lò xo có độ cứng k = 100 N/m, hệ được đặt trên mặt phẳng nghiêng một góc $\alpha = 30^0$ so với mặt phẳng nằm ngang, giá cố định ở phía trên. Đưa vật đến vị trí mà lò xo không biến dạng rồi truyền cho nó vận tốc có giá trị đại số $v = -25\sqrt{3}$ cm/s. Lấy g = 10 m/s$^2$. Chọn trục toạ độ trùng với phương dao động của vật, chiều dương hướng lên trên, gốc thời gian là lúc truyền vận tốc cho vật. Phương trình dao động của vật là:



Hình 2.7

A. $x = 2,5\cos\left(20t - \frac{\pi}{6}\right)$ cm B. $x = 2,5\cos\left(20t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm

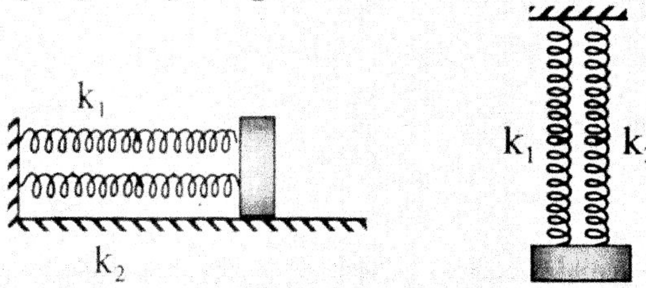
C. $x = 1,25\sqrt{3}\cos\left(20t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm D. $x = 1,25\sqrt{3}\cos\left(20t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm

## Dạng 4. HỆ CON LẮC LÒ XO

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

**1. Hệ gồm 2 lò xo ghép song song**

Xét hệ 2 lò xo ghép song song với nhau như hình 2.8.




Hình 2.8

Giả sử tại vị trí cân bằng ta tác dụng vào vật nặng một lực $\vec{F}$, vật nặng dịch chuyển một đoạn $\Delta l$. Khi đó lò xo $k_1$ chịu tác dụng 1 lực $\vec{F}_1$, lò xo $k_2$ chịu tác dụng một lực $\vec{F}_2$. Vì cả 2 lò xo đều dãn ra một đoạn $\Delta l$ nên: $F_1 = k_1\Delta l$; $F_2 = k_2\Delta l$

$\Rightarrow F_1 + F_2 = (k_1 + k_2)\Delta l \Rightarrow F = (k_1 + k_2)\Delta l$ (1)

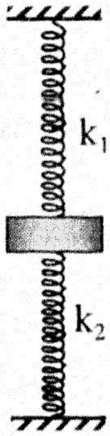
Gọi k là độ cứng tương đương của hệ 2 lò xo $\Rightarrow$ $F = k\Delta l$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow k = k_1 + k_2$

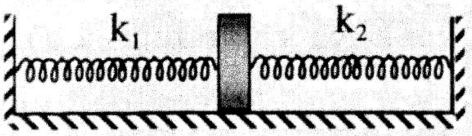
Vậy hệ 2 lò xo ghép song song tương đương như một lò xo có độ cứng

$$k = k_1 + k_2.$$

Kết quả này cũng đúng cho các hệ ở hình 2.9 và 2.10.



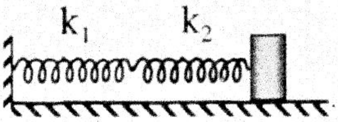

Hình 2.9

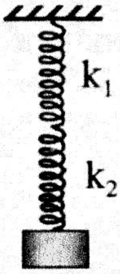



Hình 2.10

**2. Hệ gồm 2 lò xo ghép nối tiếp**

Xét hệ 2 lò xo ghép nối tiếp với nhau như hình 2.11.




Hình 2.11

Giả sử tại vị trí cân bằng ta tác dụng vào vật nặng một lực $\vec{F}$, vật nặng dịch chuyển một đoạn $\Delta l$. Vì hai lò xo nối tiếp nhau nên tại mọi thời điểm cũng như tại mọi vị trí, lực đàn hồi của hai lò xo là như nhau:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 = \vec{F}_2$$

Gọi $\Delta l_1$ và $\Delta l_2$ là lần lượt là độ biến dạng của hai lò xo $k_1$ và $k_2$.

Ta có: $\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 \Leftrightarrow \dfrac{F}{k} = \dfrac{F}{k_1} + \dfrac{F}{k_2} \Leftrightarrow \dfrac{1}{k} = \dfrac{1}{k_1} + \dfrac{1}{k_2}$

Vậy hệ 2 lò xo ghép nối tiếp tương đương như một lò xo có độ cứng:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

**Lưu ý:** Nếu một lò xo có độ cứng k và độ dài $l_0$ được cắt thành n đoạn có độ dài lần lượt là $k_1, k_2, \ldots, k_n$ thì độ chúng từng đoạn được xác định theo công thức: $kl_0 = k_1l_1 = k_2l_2 = \ldots = k_nl_n$

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 4.1.** Treo quả nặng m vào lò xo A rồi cho nó dao động thì thấy chu kỳ dao động là $T_1 = 1$ s. Treo quả nặng m vào lò xo B rồi cho nó dao động thì thấy chu kỳ dao động là $T_2 = 2$ s. Nếu treo quả nặng m vào hệ 2 lò xo A và B mắc nối tiếp thì hệ sẽ dao động với chu kỳ là:

A. $T = 3$ s B. $T = 1,5$ s C. $T = \sqrt{3}$ s D. $T = \sqrt{5}$ s

**Hướng dẫn giải:**

Gọi $k_1$ và $k_2$ lần lượt là độ cứng của lò xo A và lò xo B.

Từ $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_1}} \Rightarrow \dfrac{1}{k_1} = \dfrac{1}{m}\left(\dfrac{T_1}{2\pi}\right)^2$

$T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_2}} \Rightarrow \dfrac{1}{k_2} = \dfrac{1}{m}\left(\dfrac{T_2}{2\pi}\right)^2$

$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} \Rightarrow \dfrac{1}{k} = \dfrac{1}{m}\left(\dfrac{T}{2\pi}\right)^2$

Vì hai lò xo mắc nối tiếp nên $\dfrac{1}{k} = \dfrac{1}{k_1} + \dfrac{1}{k_2} \Rightarrow T^2 = T_1^2 + T_2^2$

$\Rightarrow T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = \sqrt{1^2 + 2^2} = \sqrt{5}$ (s)

Chọn phương án D.

**Thí dụ 4.2.** Một lò xo có chiều dài tự nhiên $l_0 = 30$ cm, độ cứng k = 100 N/m được cắt thành hai lò xo có chiều dài $l_1 = 10$ cm và $l_2 = 20$ cm. Khi mắc hai lò xo $l_1$, $l_2$ song song thì độ cứng của hệ sẽ là:

A. 200 N/m B. 250 N/m C. 400 N/m D. 450 N/m

**Hướng dẫn giải:**

Ta có: $kl_0 = k_1l_1 = k_2l_2$

$$\Rightarrow k_1 = k.\frac{l_0}{l_1} = 100.\frac{30}{10} = 300 \text{ (N/m)}$$

$$k_2 = k.\frac{l_0}{l_2} = 100.\frac{30}{20} = 150 \text{ (N/m)}$$

Vì hai lò xo ghép song song nên $k = k_1 + k_2 = 450$ (N/m)

Chọn phương án D.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 4.1.** Hai lò xo có độ cứng $k_1 = 20$ N/m và $k_2 = 60$ N/m. Độ cứng của lò xo tương đương khi 2 lò xo mắc song song là:

A. 15 N/m B. 40 N/m C. 80 N/m D. 1200 N/m

**Câu 4.2.** Hai lò xo giống nhau có cùng độ cứng 10 N/m. Mắc hai lò xo song song nhau rồi treo vật nặng khối lượng m = 200 g. Lấy $\pi^2 = 10$. Chu kỳ dao động tự do của hệ là

A. 1 s B. 2 s C. $\frac{\pi}{5}$ s D. $\frac{2\pi}{5}$ s

**Câu 4.3.** Treo quả nặng m vào lò xo A rồi cho nó dao động thì thấy chu kỳ dao động là $T_1$. Treo quả nặng m vào lò xo B rồi cho nó dao động thì thấy chu kỳ dao động là $T_2$. Nếu treo quả nặng m vào hệ 2 lò xo A và B mắc song song thì hệ sẽ dao động với chu kỳ bằng bao nhiêu?

A. $T = T_1 + T_2$ s B. $T = \frac{T_1 + T_2}{2}$ s

C. $T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$ s D. $T = \frac{T_1T_2}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}}$ s

**Câu 4.4.** Hai lò xo có độ cứng $k_1 = 20$ N/m và $k_2 = 60$ N/m. Độ cứng của lò xo tương đương khi 2 lò xo mắc nối tiếp là

A. 15 N/m B. 40 N/m C. 80 N/m D. 1200 N/m

**Câu 4.5.** Hai lò xo giống nhau có cùng độ cứng $k_1 = k_2 = 30$ N/m. Mắc hai lò xo nối tiếp nhau rồi treo vật nặng khối lượng m = 150 g. Lấy $\pi^2 = 10$. Chu kỳ dao động tự do của hệ là

A. $2\pi$ s  B. 4 s  C. $\frac{\pi}{5}$ s  D. $\frac{2\pi}{5}$ s

**Câu 4.6.** Vật nặng trong con lắc lò xo dao động điều hoà với chu kì T. Nếu lò xo bị cắt bớt một nửa thì chu kì dao động của con lắc mới là

A. T  B. 2T  C. $\frac{T}{2}$  D. $\frac{T}{\sqrt{2}}$

**Câu 4.7.** Một lò xo có chiều dài tự nhiên $l_0 = 40$ cm, độ cứng k = 20 N/m được cắt thành hai lò xo có chiều dài $l_1 = 10$ cm và $l_2 = 30$ cm. Độ cứng $k_1$, $k_2$ của hai lò xo $l_1$, $l_2$ lần lượt là

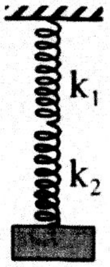
A. 80 N/m; 26,7 N/m  B. 5 N/m; 15 N/m

C. 26,7 N.m; 80 N/m  D. Các giá trị khác

**Câu 4.8.** Con lắc lò xo mắc nối tiếp như hình 2.12.

Biết rằng $k_1 = 75$ N/m, $k_2 = 150$ N/m, g = 10 m/s$^2$, m = 500g.

Trả lời các câu 4.8 a, 4.8b, 4.8c và 4.8d.



Hình 2.12

**4.8a.** Độ biến dạng của mỗi lò xo khi vật ở vị trí cân bằng O là

A. $\Delta l_1 = \frac{2}{30}$ cm ; $\Delta l_2 = \frac{1}{30}$ cm  B. $\Delta l_1 = \frac{10}{3}$ cm ; $\Delta l_2 = \frac{5}{3}$ cm

C. $\Delta l_1 = \frac{20}{3}$ cm ; $\Delta l_2 = \frac{10}{3}$ cm  D. $\Delta l_1 = \frac{40}{3}$ cm ; $\Delta l_2 = \frac{20}{3}$ cm

**4.8b.** Tần số góc của dao động của hệ là

A. 8 rad/s  B. 10 rad/s  C. 16,5 rad/s  21,2 rad/s

**4.8c.** Khi vật đang ở vị trí cân bằng, truyền cho nó một vận tốc $v_0$ hướng thẳng lên thì khi đạt độ cao cực đại lò xo $k_1$ bị nén một đoạn 1 cm. Biên độ dao động của vật và vận tốc ban đầu $v_0$ là

A. A = 11,5 cm; $v_0 = 115$ cm/s  B. A = 11 cm; $v_0 = 110$ cm/s

C. A = 12 cm; $v_0 = 120$ cm/s  D. A = 10 cm; $v_0 = 100$ cm/s

**4.8d.** Chọn gốc thời gian là khi truyền vận tốc cho vật, chiều dương của trục toạ độ có phương thẳng đứng hướng lên trên. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 11,5\cos\left(10t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm  B. $x = 11,5\cos\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm

C. $x = 11\cos\left(10t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm  D. $x = 11\cos\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm

# BÀI TẬP TỔNG HỢP

**Câu 1.** Một con lắc lò xo gồm một lò xo khối lượng không đáng kể, một đầu cố định và một đầu gắn với một viên bi nhỏ. Con lắc này đang dao động điều hòa theo phương nằm ngang. Lực đàn hồi của lò xo tác dụng lên viên bi luôn hướng

A. theo chiều chuyển động của viên bi.

B. theo chiều âm quy ước.

C. về vị trí cân bằng của viên bi.

D. theo chiều dương quy ước.

**Câu 2.** Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về cơ năng của một vật dao động điều hòa

A. biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ bằng một nửa chu kỳ dao động của vật.

B. tăng gấp đôi khi biên độ dao động của vật tăng gấp đôi.

C. bằng động năng của vật khi vật tới vị trí cân bằng.

D. biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ bằng chu kỳ dao động của vật.

**Câu 3.** Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về dao động điều hoà của một chất điểm?

A. Li độ dao động biến thiên theo quy luật dạng sin hoặc cosin theo thời gian.

B. Khi đi từ vị trí cân bằng đến vị trí biên, vật chuyển động chậm dần đều.

C. Động năng và thế năng có sự chuyển hoá lẫn nhau, nhưng cơ năng được bảo toàn.

D. Khi đi qua vị trí cân bằng, chất điểm có vận tốc cực đại và gia tốc cực tiểu.

**Câu 4.** Một con lắc lò xo gồm vật có khối lượng m và lò xo có độ cứng k không đổi, dao động điều hoà. Nếu khối lượng m = 200 g thì chu kì dao động của con lắc là 2 s. Để chu kì con lắc là 1 s thì khối lượng m bằng

A. 200 g B. 800 g C. 100 g D. 50 g

**Câu 5.** Khi gắn một quả nặng $m_1$ vào một lò xo, nó dao động với chu kỳ $T_1$ = 1,2 s, khi gắn quả nặng $m_2$ vào cũng lò xo đó thì nó dao động với chu kỳ $T_2$ = 1,6 s. Khi gắn đồng thời hai quả nặng ($m_1 + m_2$) thì nó dao động với chu kỳ bằng bao nhiêu?

A. T = 2,8 s B. T = 0,4 s C. T = 2 s D. T = 0,69 s

**Câu 6.** Một lò xo có độ cứng k = 40 N/m. Lần lượt treo 2 quả cầu có khối lượng $m_1$, $m_2$ vào lò xo và kích thích cho chúng dao động thì thấy: trong cùng một khoảng thời gian $m_1$ thực hiện được 20 dao động trong khi đó $m_2$ chỉ thực hiện được 10 dao động. Nếu treo cả 2 quả cầu vào lò xo thì chu kỳ dao động của hệ sẽ là $T = \pi/2$ s. Hãy tính $m_1$ và $m_2$?

A. $m_1 = 1$ kg; $m_2 = 4$ kg B. $m_1 = 0,5$ kg; $m_2 = 2$ kg
C. $m_1 = 1$ kg; $m_2 = 2$ kg D. $m_1 = 2$ kg; $m_2 = 0,5$ kg

**Câu 7.** Một con lắc lò xo thẳng đứng gồm vật nặng có khối lượng m = 500 g, lò xo có độ cứng k = 0,5 N/cm đang dao động điều hoà. Khi vận tốc của vật là $60\sqrt{3}$ cm/s thì gia tốc của nó bằng 6 $m/s^2$. Biên độ dao động của vật là:

A. 12 cm B. 8 cm C. 16 cm D. $20\sqrt{3}$ cm

**Câu 8.** Một vật dao động điều hòa có chu kì là T. Nếu chọn gốc thời gian t = 0 lúc vật qua vị trí cân bằng, thì trong nửa chu kì đầu tiên, vận tốc của vật bằng không ở thời điểm nào sau đây?

A. t = T/8 B. t = T/6 C. t = T/4 D. t = T/2

**Câu 9.** Một con lắc lò xo có chiều dài cực đại và cực tiểu của lò xo trong quá trình dao động điều hoà lần lượt là 34 cm và 30 cm. Biên độ dao động của nó là:

A. 1 cm B. 2 cm C. 4 cm D. 8 cm

**Câu 10.** Một con lắc lò xo có khối lượng quả nặng 400 g dao động điều hoà với chu kỳ T = 0,5 s. Lấy $\pi^2 = 10$. Độ cứng của lò xo là:

A. 2,5 N/m B. 25 N/m C. 6,4 N/m D. 64 N/m

**Câu 11.** Một con lắc lò xo nằm ngang dao động với biên độ A = 4 cm, chu kỳ T = 0,5 s. Khối lượng hòn bi của con lắc là m = 400 g. Lấy $\pi^2 = 10$. Giá trị cực đại của lực đàn hồi tác dụng vào hòn bi là:

A. 2,56 N B. 256 N C. 25,6 N D. 3,64 N

**Câu 12.** Một con lắc lò xo có độ cứng k = 900 N/m. Vật nặng dao động với biên độ A = 10 cm, khi vật qua li độ x = 4 cm thì động năng của vật bằng

A. 3,78 J B. 0,72 J C. 0,28 J D. 4,22 J

**Câu 13.** Chất điểm có khối lượng $m_1$ = 50 g dao động điều hòa quanh vị trí cân bằng của nó với phương trình dao động $x_1 = \cos(5\pi t + \frac{\pi}{6})$ cm. Chất điểm có khối lượng $m_2$ = 100 g dao động điều hòa quanh vị trí cân bằng của nó với phương trình dao động $x_2 = 5\cos(\pi t - \frac{\pi}{6})$ cm. Tỉ số cơ năng trong quá trình dao động điều hòa của chất điểm $m_1$ so với chất điểm $m_2$ bằng

A. $\frac{1}{2}$ B. 2 C. 1 D. $\frac{1}{5}$

**Câu 14.** Cho con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng k = 100 N/m và một vật có khối lượng m = 250g, dao động điều hoà với biên độ A = 6 cm. Nếu chọn gốc thời gian t = 0 lúc vật đi qua vị trí cân bằng thì quãng đường vật đi được trong $\frac{\pi}{10}$ s đầu tiên là

A. 6 cm B. 9 cm C. 12 cm D. 24 cm

**Câu 15.** Lò xo có độ cứng k = 1 N/cm. Lần lượt treo vào hai vật có khối lượng gấp ba lần nhau thì khi cân bằng, lò xo có chiều dài 22,5 cm và 27,5 cm. Chu kì dao động của con lắc khi treo đồng thời hai vật là

A. $\frac{\pi}{3}$ s B. $\frac{\pi}{5}$ s C. $\frac{\pi}{4}$ s D. $\frac{\pi}{2}$ s

**Câu 16.** Một lò xo khối lượng không đáng kể có độ dài tự nhiên $l_0$ = 20 cm. Treo một vật nặng vào nó thì độ dài của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là $l$ = 24 cm. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn rồi thả nhẹ thì hệ sẽ dao động điều hoà. Lấy g = 10 m/s$^2$, $\pi^2 = 10$. Tần số dao động là

A. f = 0,4 Hz B. f = 2,5 Hz C. f = 2 Hz D. f = 5 Hz

**Câu 17.** Một con lắc lò xo gồm vật nặng khối lượng m = 500 g, lò xo có độ cứng k = 40 N/m, chiều dài tự nhiên $l_0$ = 20 cm được đặt trên mặt phẳng nghiêng một góc $\alpha = 30^0$ so với mặt phẳng nằm ngang. Đầu trên lò xo gắn vào một điểm cố định, đầu dưới gắn vật nặng. Lấy g = 10 m/s$^2$. Chiều dài của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là

A. $20 + 6,25\sqrt{3}$ cm B. 26,25 cm

C. 28 cm D. 32,5 cm

**Câu 18.** Hai lò xo có độ cứng $k_1$ = 30 N/m và $k_2$ = 20 N/m. Độ cứng tương đương của hệ hai lò xo khi mắc nối tiếp là

A. 12 N/m. B. 24 N/m. C. 50 N/m. D. 25 N/m.

**Câu 19.** Một con lắc lò xo gồm một vật khối lượng m = 500 g mắc vào hệ gồm hai lò xo $k_1$ = 30 N/m, $k_2$ = 60 N/m ghép nối tiếp. Lấy $\pi^2 = 10$. Tần số dao động của hệ là

A. 0,5 Hz B. 1 Hz C. 1,5 Hz D. 2 Hz

**Câu 20.** Một lò xo độ cứng k = 60 N/m được cắt thành hai lò xo có chiều dài $l_1$ và $l_2$ với $2l_1 = 3l_2$. Độ cứng $k_1$ và $k_2$ của lò xo $l_1$ và $l_2$ lần lượt là

A. 24 N/m và 36 N/m. B. 36 N/m và 24 N/m.

C. 100 N/m và 150 N/m. D. 125 N/m và 75 N/m.

# Chủ đề 3. **CON LẮC ĐƠN**

## *Các dạng toán thường gặp:*

1. *Tìm vận tốc của vật và lực căng sợi dây của con lắc đơn*
2. *Tìm các đại lượng đặc trưng và viết phương trình dao động của vật*
3. *Bài toán về năng lượng của con lắc đơn*
4. *Bài toán về sự va chạm của con lắc đơn*
5. *Con lắc đơn chịu tác dụng của lực khác ngoài trọng lực*
6. *Sự phụ thuộc của chu kỳ dao động của con lắc đơn vào độ cao và nhiệt độ, sự nhanh chậm của đồng hồ*

## Dạng 1. TÌM VẬN TỐC CỦA VẬT VÀ LỰC CĂNG SỢI DÂY

### A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Xét con lắc đơn gồm vật nặng có kích thước nhỏ, khối lượng m gắn vào đầu một sợi dây mềm không dãn có độ dài $l$ và có khối lượng không đáng kể đang dao động tuần hoàn với biên độ góc $\alpha_0$.

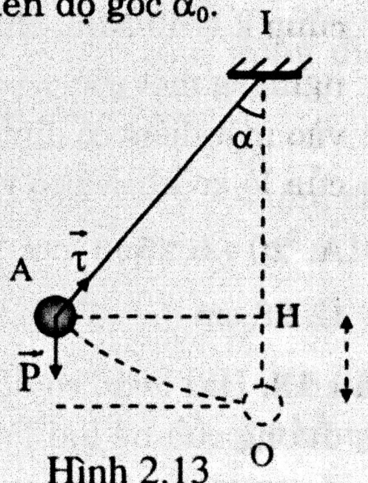
*** Xác định vận tốc của vật**

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$mgh_0 = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

($h_0$ và h lần lượt là độ cao của vật tại vị trí biên và vị trí dây lệch với phương thẳng đứng một góc $\alpha$)

$\Rightarrow v = \sqrt{2g(h_0 - h)}$




Hình 2.13

Mặt khác ta có:

$$h = OH = OI - OH = l - l\cos\alpha = l(1-\cos\alpha)$$

và $h_0 = l(1 - \cos\alpha_0)$

$\Rightarrow v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}$ (1)

$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{2gl(1-\cos\alpha_0)}$ : khi vật nặng vị trí cân bằng ($\alpha = 0^o$)

$v_{min} = 0$: khi vật nặng ở vị trí biên ($\alpha = \alpha_0$)

*** Xác định lực căng sợi dây**

Trong quá trình dao động, con lắc chịu tác dụng của 2 lực: trọng lực $\vec{P}$ và lực căng sợi dây $\vec{T}$.

Phương trình định luật II Niu tơn: $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$

Chiếu lên phương hướng tâm: $-mg\cos\alpha + T = m\dfrac{v^2}{l}$

$\Rightarrow T = mg\cos\alpha + m\dfrac{v^2}{l}$ (2)

Thay (1) vào (2) $\Rightarrow T = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$ (3)

$\Rightarrow T_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$: khi vật nặng ở vị trí cân bằng ($\alpha = 0°$)

$T_{min} = mg\cos\alpha_0$: khi vật nặng vị trí cân bằng ($\alpha = \alpha°$)

**Lưu ý:** Các kết quả thu được ở (1) và (3) là tổng quát cho con lắc đơn dao động tuần hoàn, vì vậy nó được áp dụng không chỉ đúng với con lắc đơn dao động với biên độ nhỏ (dao động điều hoà) mà còn đúng cho trường hợp dao động với biên độ lớn.

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 1.1.** Một con lắc đơn có chiều dài dây treo là $l = 100$ cm. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc $\alpha$ với $\cos\alpha = 0,892$ rồi truyền cho nó vận tốc v = 30 cm/s thì vật dao động. Lấy g = 10 m/s$^2$. Tính vận tốc cực đại của vật nặng trong quá trình nó dao động?

A. v = 50 cm/s B. v = 100 cm/s

C. v = 120 cm/s D. v = 150 cm/s

**Hướng dẫn giải:**

Vận tốc của con lắc đơn đạt giá trị cực đại khi nó nằm ở vị trí cân bằng.

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgl(1-\cos\alpha) = \frac{1}{2}mv_{max}^2 \Rightarrow v_{max} = \sqrt{v^2 + 2gl(1-\cos\alpha)}$$

Thay số: $v = \sqrt{0,3^2 + 2.10.1.(1-0,892)} = 1,5$ (m/s) = 150 (cm/s)

Chọn phương án D.

**Thí dụ 1.2.** Một con lắc đơn có khối lượng vật nặng m = 100 g dao động tuần hoàn với biên độ góc $\alpha_0 = 30^0$. Lấy g = 10 m/s$^2$. Lực căng cực tiểu của sợi dây trong quá trình vật dao động là:

A. $\dfrac{\sqrt{3}}{2}$ N B. $\dfrac{\sqrt{3}}{5}$ C. 0,2 N D. 0,5 N

**Hướng dẫn giải:**

Lực căng sợi dây được tính: $\tau = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$

$\Rightarrow T_{max} \Leftrightarrow (\cos\alpha)_{min} \Leftrightarrow \alpha_{max} \Leftrightarrow \alpha = \alpha_0$

$\Rightarrow T = mg\cos\alpha_0 = 0,1.10.\cos30^o = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$ (N)

Chọn phương án A.

# C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 1.1.** Từ vị trí cân bằng truyền vận tốc v = 150 cm/s theo phương ngang cho vật nặng của con lắc đơn thì chiều cao cực đại mà vật đạt được là

A. 5 cm  B. 11,25 cm  C. 22,5 cm  D. 25 cm

**Câu 1.2.** Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ treo vào đầu một sợi dây dài $l$ = 100 cm tại nơi có g = 9,81 m/s$^2$. Bỏ qua mọi ma sát, con lắc dao động với góc lệch cực đại $\alpha_0 = 60^0$. Vận tốc của quả cầu khi nó ở vị trí dây treo hợp với phương thẳng đứng góc $\alpha = 30^0$ là

A. v = 2,7 m/s  B. v = 2,1 m/s

C. v = 15,26 cm/s  D. v = 26,3 cm/s

**Câu 1.3.** Một con lắc đơn có chiều dài dây treo treo $l$ = 50 cm. Từ vị trí cân bằng kéo vật đến vị trí dây treo nằm ngang rồi thả nhẹ cho nó dao động. Lấy g = 10 m/s$^2$. Vận tốc của vật khi đi qua vị trí cân bằng là

A. 0,25 m/s  B. 0,5 m/s  C. $\sqrt{10}$ m/s  D. 10 m/s

**Câu 1.4.** Một con lắc đơn có chiều dài $l$ = 102,4 cm, khối lượng m. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc $\alpha_0$ có $\cos\alpha_0 = 0,875$ rồi thả nhẹ cho nó dao động. Lấy g = 10 m/s$^2$, $\pi^2 = 10$. Tính vận tốc cực đại của vật nặng trong quá trình nó dao động?

A. v = 0,5 m/s  B. v = 1,1 m/s  C. v = 1,6 m/s  D. v = 2 m/s

**Câu 1.5.** Câu trả lời nào **đúng** khi nói về lực căng của dây treo con lắc đơn?

A. Như nhau tại mọi vị trí.

B. Lớn nhất tại vị trí cân bằng và lớn hơn trọng lượng của con lắc.

C. Lớn nhất tại vị trí cân bằng và nhỏ hơn trọng lượng của con lắc.

D. Nhỏ nhất tại vị trí cân bằng và bằng trọng lượng con lắc.

**Câu 1.6.** Vật nặng của một con lắc đơn có khối lượng m = 100 g. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc $\alpha_0 = 60^0$ rồi thả nhẹ cho nó dao động. Lấy g = 10 m/s$^2$. Tính lực căng sợi dây khi vật nặng đi qua vị trí cân bằng?

A. 0,5 N  B. 1 N  C. 2 N  D. 3 N

**Câu 1.7.** Một con lắc đơn có khối lượng vật nặng m = 400 g, chiều dài dây treo $l$ = 50 cm. Từ vị trí cân bằng ta truyền cho vật nặng vận tốc $v_0$ = 250 cm/s theo phương ngang. Lấy g = 10 m/s$^2$. Lực căng sợi dây khi vật nặng đi qua vị trí cao nhất là

A. 1,5 N  B. 3,2 N  C. 2,65 N  D. 8,5 N

**Câu 1.8.** Một con lắc đơn có khối lượng vật nặng m = 200 g, chiều dài dây treo $l$ = 50 cm. Từ vị trí cân bằng ta truyền cho vật vận tốc v = 1 m/s theo phương ngang thì vật sẽ dao động tuần hoàn. Lấy g = 10 m/s$^2$. Lực căng dây treo đạt giá trị cực đại của lực căng dây treo trong quá trình vật dao động là:

A. 2,4 N  B. 2,8 N  C. 4 N  D. 5 N

**Câu 1.9.** Một con lắc đơn gồm hòn bi khối lượng m = 50 g treo vào đầu một sợi dây có chiều dài dây treo $l$ = 1 m tại nơi có gia tốc trọng trường g = 10 m/s$^2$. Bỏ qua mọi ma sát, vận tốc và lực căng của sợi dây khi con lắc ở vị trí có li độ góc $\alpha = 8^o$ là

A. $v = 1,49\ m/s; \tau = 0,630\ N$

B. $v = 1,56\ m/s; \tau = 0,707\ N$

C. $v = 1,56\ m/s; \tau = 0,607\ N$

D. $v = 2,01\ m/s; \tau = 0,598\ N$

**Câu 1.10.** Một con lắc đơn gồm hòn bi khối lượng m = 200 g treo vào đầu một sợi dây có chiều dài dây treo $l$ = 40 cm tại nơi có gia tốc trọng trường g = 10 m/s$^2$. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng một góc $\alpha = 60^o$ rồi thả nhẹ. Độ lớn vận tốc của hòn bi khi lực căng dây treo có giá trị 4 N là

A. $v = 2\ m/s$  B. $v = 2,5\ m/s$

C. $v = 3\ m/s$  D. $v = 4\ m/s$

## Dạng 2. TÌM CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG VÀ VIẾT PHƯƠNG TRÌNH DAO ĐỘNG CỦA VẬT

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Ở đây ta xét với con lắc đơn dao động với biên độ nhỏ $\alpha_{max} \le 10^o$. Khi đó dao động của nó được xem là điều hoà. Phương trình dao động có dạng:

$s = s_0 \cos(\omega t + \varphi)$ (viết theo li độ dài)

hoặc: $\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$ (viết theo li độ góc)

Việc tìm các đại lượng đặc trưng và viết phương trình dao động của con lắc đơn được tiến hành tương tự đối với con lắc lò xo (xem dạng 1 của vấn đề 1) với lưu ý: s tương ứng với x và $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$

* Biểu thức vận tốc: $v = s' = -s_0\omega\sin(\omega t + \varphi)$. Từ đây suy ra:

$v_{max} = s_0\omega$ : khi vật ở vị trí cân bằng

và $v_{min} = 0$ : khi vật ở vị trí biên

* Biểu thức gia tốc: $a = v' = -s_0\omega^2\cos(\omega t + \varphi)$. Từ đây suy ra:

$a_{max} = s_0\omega^2$ : khi vật ở vị trí biên

và $a_{min} = 0$ : khi vật ở vị trí cân bằng

* Công thức tính biên độ: $s_0 = \sqrt{s^2 + \frac{v^2}{\omega^2}}$ ; $\alpha_0 = \sqrt{\alpha^2 + \frac{v^2}{\omega^2 l^2}}$

Cần ghi nhớ rằng, điều kiện của bài toán thường cho dưới dạng li độ góc α, vì vậy cần nhớ công thức biểu diễn mối liên hệ giữa li độ góc α và li độ dài s: $\alpha = \frac{s}{l}$

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 2.1.** Một con lắc đơn dao động điều hoà với chu kỳ T = 2 s. Lấy $g = 10$ m/s², $\pi^2 = 10$. Viết phương trình dao động của con lắc. Biết rằng tại thời điểm ban đầu vật có li độ góc $\alpha = 0{,}05$ rad và vận tốc $v = -15{,}7$ cm/s

A. $s = 5\sqrt{2}\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ cm

B. $s = 5\sqrt{2}\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ cm

C. $s = 5\sqrt{2}\cos\left(\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$ cm

D. $s = 5\sqrt{2}\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm

**Hướng dẫn giải:**

Phương trình dao động của vật có dạng: $s = s_0\cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó: $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = \pi$ (s)

Mặt khác từ $\omega = \sqrt{\dfrac{g}{l}} \Rightarrow l = \dfrac{g}{\omega^2} = \dfrac{10}{\pi^2} = 1$ (m) $= 100$ (cm)

$$s_0 = \sqrt{s^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{(\alpha l)^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{(0{,}05.100)^2 + \left(\frac{15{,}7}{\pi}\right)^2} = 5\sqrt{2} \text{ (cm)}$$

Tại t = 0: $\begin{cases} s = 5 \text{ cm} \\ v = -15{,}7 \text{ cm/s} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} s_0\cos\varphi = 5 \text{ cm} \\ -s_0\omega\sin\varphi = -15{,}7 \text{ cm/s} \end{cases}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = \dfrac{\sqrt{2}}{2} \\ \sin\varphi = \dfrac{\sqrt{2}}{2} \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$$

Vậy phương trình dao động của vật là $s = 5\sqrt{2}\cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)$ cm

Chọn phương án C.

**Thí dụ 2.2.** Một con lắc đơn đang nằm yên tại vị trí cân bằng. Truyền cho vật một vận tốc $v_0 = 62{,}8$ cm/s theo phương ngang thì sau 1/3s vật chưa đổi chiều chuyển động và có vận tốc 31,4 cm/s. Lấy $g = 10$ m/s$^2$, $\pi^2 = 10$. Tần số dao động của vật $l$

A. f = 0,5 Hz B. f = 1 Hz C. f = 1,5 Hz D. f = 2 Hz

**Hướng dẫn giải:**

Chọn chiều dương tính li độ cùng với chiều vận tốc $\vec{v}_0$, gốc thời gian khi truyền vận tốc cho vật.

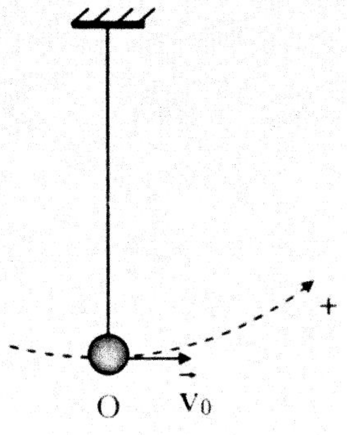
Phương trình dao động của vật có dạng:

$s = s_0\cos(\omega t + \varphi)$

Tại t = 0: $\begin{cases} s = 0 \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = 0 \\ -\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{2}$

$$\Rightarrow s = s_0\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\Rightarrow v = -s_0\omega\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$



Hình 2.14

Tại $t = \frac{1}{3}$: $\begin{cases} v = 31,4 \text{ cm/s} \\ s > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin\left(\omega.\frac{1}{3} - \frac{\pi}{2}\right) = -\frac{1}{2} \\ \cos\left(\omega.\frac{1}{3} - \frac{\pi}{2}\right) > 0 \end{cases}$

$$\Rightarrow \omega.\frac{1}{3} - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{6} \Rightarrow \omega = \pi \text{ (rad/s)}$$

$$\Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = 0,5 \text{ (s)}$$

Chọn phương án A.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 2.1.** Tại một nơi xác định, chu kì dao động điều hòa của con lắc đơn tỉ lệ thuận với

A. chiều dài con lắc
B. căn bậc hai chiều dài con lắc
C. căn bậc hai gia tốc trọng trường
D. gia tốc trọng trường

**Câu 2.2.** Một con lắc đơn có chiều dài $l$, dao động điều hòa với chu kì T. Gia tốc trọng trường g tại nơi con lắc đơn này dao động là

A. $g = \frac{T^2 l}{4\pi^2}$
B. $g = \frac{4\pi}{T} l$
C. $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$
D. $g = \frac{\pi^2}{4T^2}$

**Câu 2.3.** Tại một nơi xác định, một con lắc đơn dao động điều hòa với chu kỳ T, khi chiều dài cón lắc tăng 4 lần thì chu kỳ con lắc

A. không đổi
B. tăng 16 lần
C. tăng 2 lần
D. tăng 4 lần

**Câu 2.4.** Một con lắc đơn có khối lượng vật nặng m dao động điều hoà với tần số f. Nếu tăng khối lượng vật nặng thành 2m thì tần số của vật là

A. f
B. $\sqrt{2}f$
C. 2f
D. $\frac{f}{\sqrt{2}}$.

**Câu 2.5.** Tại một nơi trên mặt đất, chu kì dao động điều hòa của con lắc đơn

A. tăng khi khối lượng vật nặng của con lắc tăng
B. không đổi khi khối lượng vật nặng của con lắc thay đổi.
C. không đổi khi chiều dài dây treo của con lắc thay đổi.
D. tăng khi chiều dài dây treo của con lắc giảm.

**Câu 2.6.** Một con lắc đơn chiều dài 1 m, dao động tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 10 \text{ m/s}^2$. Lấy $\pi^2 = 10$. Tần số dao động của con lắc này bằng

A. 0,5 Hz
B. 2 Hz
C. 0,4 Hz
D. 20 Hz

**Câu 2.7.** Một con lắc đơn có chu kỳ dao động với biên độ nhỏ là 1 s dao động tại nơi có $g = \pi^2$ m/s$^2$. Chiều dài của dây treo con lắc là:

A. 15 cm B. 20 cm C. 25 cm D. 30 cm

**Câu 2.8.** Một con lắc đơn có chiều dài dây treo là $l$ = 1 m dao động với biên độ góc nhỏ với chu kỳ T = 2s. Cho $\pi = 3,14$. Con lắc đơn dao động tại nơi có gia tốc trọng trường là:

A. 9,7 m/s$^2$ B. 9,86 m/s$^2$ C. 10 m/s$^2$ D. 10,2 m/s$^2$

**Câu 2.9.** Một con lắc đơn dao động nhỏ ở nơi có g = 10 m/s$^2$ với chu kì T = 2s trên quỹ đạo dài 24 cm. Tần số góc và biên độ góc có giá trị bằng

A. $\omega = 2\pi$ (rad/s); $\alpha_0 = 0,24$ (rad).

B. $\omega = 2\pi$ (rad/s); $\alpha_0 = 0,12$ (rad).

C. $\omega = \pi$ (rad/s); $\alpha_0 = 0,24$ (rad).

D. $\omega = \pi$ (rad/s); $\alpha_0 = 0,12$ (rad).

**Câu 2.10.** Hai con lắc đơn có chu kì $T_1$ = 2 s và $T_2$ = 2,5 s. Chu kì của con lắc đơn có dây treo dài bằng hiệu chiều dài dây treo của hai con lắc trên là:

A. 2,25 s. B. 1,5 s. C. 1,0 s. D. 0,5 s.

**Câu 2.11.** Tại một nơi, chu kì dao động điều hoà của một con lắc đơn là 2,0 s. Sau khi tăng chiều dài của con lắc thêm 21 cm thì chu kì dao động điều hoà của nó là 2,2 s. Chiều dài ban đầu của con lắc này là

A. 101 cm B. 99 cm C. 100 cm D. 98 cm

**Câu 2.12.** Một con lắc đơn có chiều dài $l$. Trong khoảng thời gian $\Delta t$ nó thực hiện được 12 dao động. Khi giảm chiều dài đi 32 cm thì cũng trong khoảng thời gian $\Delta t$ nói trên, con lắc thực hiện được 20 dao động. Chiều dài ban đầu của con lắc là

A. 30 cm. B. 40 cm. C. 50 cm. D. 60 cm.

**Câu 2.13.** Một con lắc đơn có dây treo dài 20 cm. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc 0,1 rad rồi cung cấp cho nó vận tốc $10\sqrt{2}$ cm/s hướng theo phương vuông góc với sợi dây. Bỏ qua mọi ma sát, lấy g = 10 m/s$^2$ và $\pi^2 = 10$. Biên độ dài của con lắc bằng

A. 2 cm B. $2\sqrt{2}$ cm C. 4 cm D. $4\sqrt{2}$ cm

**Câu 2.14.** Một con lắc đơn dao động điều hoà. Biết rằng khi vật có li độ dài 4 cm thì vận tốc của nó là $-12\sqrt{3}$ cm/s, còn khi vật có li độ dài $-4\sqrt{2}$ cm thì vận tốc $12\sqrt{2}$ cm/s. Tần số góc và biên độ dài của con lắc là

A. $\omega = 3$ rad/s; $S_0 = 8$ cm    B. $\omega = 3$ rad/s; $S_0 = 6$ cm

C. $\omega = 4$ rad/s; $S_0 = 8$ cm    D. $\omega = 4$ rad/s; $S_0 = 6$ cm

**Câu 2.15.** Một con lắc đơn dao động nhỏ tại nơi có g = 10 m/s$^2$ với chu kì T = 2 s trên quỹ đạo dài 24 cm. Tần số góc và biên độ góc của nó có giá trị bằng

A. $\omega = 2\pi$ rad/s; $\alpha_0 = 0,24$ rad    B. $\omega = 2\pi$ rad/s; $\alpha_0 = 0,12$ rad

C. $\omega = \pi$ rad/s; $\alpha_0 = 0,24$ rad    D. $\omega = \pi$ rad/s; $\alpha_0 = 0,12$ rad

**Câu 2.16.** Một con lắc đơn gồm một hòn bi nhỏ khối lượng m, treo vào một sợi dây không giãn, khối lượng sợi dây không đáng kể. Khi con lắc đơn này dao động điều hòa với chu kì 3 s thì hòn bi chuyển động trên một cung tròn dài 4 cm. Thời gian để hòn bi đi được 2 cm kể từ vị trí cân bằng là

A. 0,25 s    B. 0,5 s    C. 1,5 s    D. 0,75 s

**Câu 2.17.** Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ khối lượng m treo ở đầu một sợi dây mềm có khối lượng không đáng kể, dài $l$ = 1 m. Đâu kia của sợi dây treo vào điểm A, trên phương thẳng đứng có một chiếc đinh được đóng chắc chắn tại điểm B cách A một khoảng AB = 75 cm sao cho con lắc vấp vào đinh khi dao động. Xác định chu kỳ dao động của quả cầu. Lấy g = 10 m/s$^2$, $\pi^2 = 10$.

A. T = 3 s    B. $T = \sqrt{5}$ s    C. T = 1,5 s    D. T = 1 s

**Câu 2.18.** Con lắc đơn có chiều dài $l$ = 20 cm. Tại thời điểm T = 0, từ vị trí cân bằng con lắc được truyền vận tốc 14 cm/s theo chiều dương của trục toạ độ. Lấy g = 9,8 m/s$^2$. Phương trình dao động của con lắc là

A. $s = 20\cos\left(7t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm    B. $s = 20\cos 7t$ cm

C. $s = 10\cos\left(7t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm    D. $s = 10\cos\left(7t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm

**Câu 2.19.** Một con lắc đơn đang nằm yên tại vị trí cân bằng, truyền cho vật một vận tốc $v_0 = 40$ cm/s theo phương ngang thì con lắc đơn dao động điều hoà. Biết rằng tại vị trí có li độ góc $\alpha = 0,1\sqrt{3}$ rad thì nó có vận tốc v = 20 cm/s. Lấy g = 10 m/s$^2$. Chọn gốc thời gian là lúc truyền vận tốc cho vật, chiều dương cùng chiều với vận tốc ban đầu của vật. Phương trình dao động của con lắc là

A. $s = 8\cos\left(5t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm    B. $s = 8\cos 5t$ cm

C. $s = 2\pi\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm    D. $s = 2\pi\cos 2\pi t$ cm

**Câu 2.20.** Một con lắc đơn có chiều dài là $l$ = 20 cm treo tại một điểm cố định. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng một góc bằng 0,1 rad về phía bên phải, rồi truyền cho nó một vận tốc bằng 14 cm/s theo phương vuông góc với sợi dây về phía vị trí cân bằng thì con lắc sẽ dao động điều hoà. Chọn gốc toạ độ ở vị trí cân bằng, chiều dương hướng từ vị trí cân bằng sang phía bên phải, gốc thời gian là lúc con lắc đi qua vị trí cân bằng lần thứ nhất. Lấy g = 9,8 m/s$^2$. Phương trình dao động của con lắc là

A. $s = 2\sqrt{2}\cos\left(7t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm    B. $s = 2\sqrt{2}\cos\left(7t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm

C. $s = 3\cos\left(7t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm    D. $s = 3\cos\left(7t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm

**Câu 2.21.** Một con lắc đơn dao động điều hoà với chu kỳ $T = \frac{\pi}{5}$ s. Biết rằng ở thời điểm ban đầu con lắc ở vị trí có biên độ góc $\alpha_0$ với $\cos\alpha_0 = 0,98$. Lấy g = 10 m/s$^2$. Phương trình dao động của con lắc là:

A. $\alpha = 0,2\cos 10t$ rad

B. $\alpha = 0,2\cos\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$ rad

C. $\alpha = 0,1\cos 10t$ rad

D. $\alpha = 0,1\cos\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$ rad

## Dạng 3. BÀI TOÁN VỀ NĂNG LƯỢNG CỦA CON LẮC ĐƠN

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Xét con lắc đơn gồm vật nặng có kích thước nhỏ, khối lượng m gắn vào đầu một sợi dây mềm không dãn có độ dài $l$ và có khối lượng không đáng kể đang dao động điều hoà với phương trình:

$$s = s_0\cos(\omega t + \varphi) \text{ hay } \alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi)$$

Chọn mốc độ cao là mặt phẳng nằm ngang đi qua vị trí cân bằng của vật.

– Thế năng của con lắc:

$$W_t = mgh = mgl(1 - \cos\alpha) = mgl\frac{\alpha^2}{2} = m\omega^2\frac{s^2}{2}$$

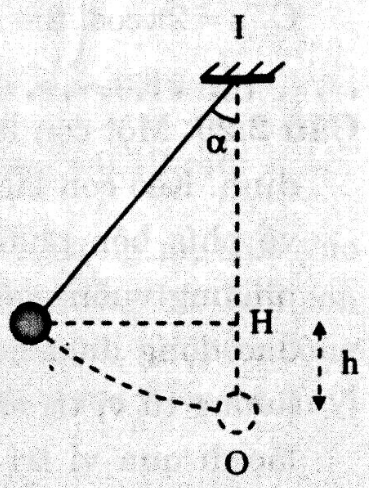
$$= \frac{1}{2}m\omega^2 s_0^2\cos^2(\omega t + \varphi)$$

– Động năng của con lắc:

$$W_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 s^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 s_0^2\sin(\omega t + \varphi)$$

– Cơ năng của con lắc:

$$W = W_t + W_đ = \frac{1}{2}m\omega^2 s_0^2 = \text{const}$$



Hình 2.15

Cũng tương tự như thế năng và động năng của con lắc lò xo, thế năng và động năng của con lắc đơn cũng là hàm tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ $\frac{T}{2}$ (với T là chu kỳ dao động của con lắc).

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 3.1.** Một con lắc đơn có chiều dài dây treo $l$ = 40 cm dao động với biên độ góc $\alpha_0 = 0{,}1$ rad tại nơi có g = 10 m/s$^2$. Vận tốc của vật khi đi qua vị trí cân bằng là:

A. 10 cm/s B. 20 cm/s C. 30 cm/s D. 40 cm/s

**Hướng dẫn giải:**

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng: $mgl(1 - \cos\alpha_0) = \frac{1}{2}mv^2$

$$\Leftrightarrow mgl\frac{\alpha_0^2}{2} = \frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow v = \alpha_0.\sqrt{gl} = 0{,}1.\sqrt{10.0{,}4} = 0{,}2 \text{ (m/s)} = 20 \text{ (cm/s)}$$

Chọn phương án B.

**Thí dụ 3.2.** Cho con lắc đơn gồm vật nặng khối lượng m = 0,1 kg dao động điều hoà với cơ năng $E = 10^{-4}$ J. Biết rằng tại vị trí dây treo hợp với phương thẳng đứng góc $\alpha = 0,01$ rad thì quả cầu có vận tốc $v = \pi$ cm/s. Lấy $g = 10$ m/s$^2$, $\pi^2 = 10$. Chu kỳ dao động của con lắc là

A. T = 2 s B. T = 2,5 s C. T = 3 C D. T = π s

**Hướng dẫn giải:**

Cơ năng của con lắc đơn được tính:

$$W = \frac{1}{2}m\omega^2 s_0^2 = \frac{1}{2}m\omega^2\left(\alpha^2 l^2 + \frac{v^2}{\omega^2}\right) \quad (1)$$

Mặt khác từ $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow l = \frac{g}{\omega^2}$ (2)

Thay (2) vào (1): $W = \frac{1}{2}m\omega^2\left(\alpha^2.\frac{g^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2}\right) = \frac{1}{2}m\left(\alpha^2.\frac{g^2}{\omega^2} + v^2\right)$

$$\Rightarrow \omega = \frac{\alpha.g}{\sqrt{\frac{2W}{m} - v^2}} = \frac{0,01.10}{\sqrt{\frac{2.10^{-4}}{0,1} - \pi^2.10^{-4}}} = \pi \text{ (rad/s)}$$

$\Rightarrow$ Chu kỳ dao động: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2$ (s)

Chọn phương án A.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 3.1.** Điều nào sau đây là SAI khi nói về năng lượng của con lắc đơn

A. Khi kéo con lắc đơn lệch khỏi vị trí cân bằng một góc $\alpha_0$, lực kéo đã thực hiện công và truyền cho hòn bi năng lượng ban đầu dưới dạng thế năng hấp dẫn.

B. Khi buông nhẹ, độ cao của bi giảm làm thế năng của bi tăng dần, vận tốc của bi giảm làm động năng của nó giảm dần.

C. Khi hòn bi đến vị trí cân bằng, thế năng dự trữ bằng không, động năng có giá trị cực đại.

D. Khi bi đến vị trí biên thì dừng lại, động năng của nó bằng không, thế năng của nó cực đại.

**Câu 3.2.** Trong dao động điều hoà của con lắc đơn, cơ năng của con lắc bằng giá trị nào trong những giá trị được nêu dưới đây:

A. Thế năng của nó ở vị trí biên

B. Động năng của nó khi đi qua vị trí cân bằng

C. Tổng động năng và thế năng ở một vị trí bất kỳ

D. Cả A, B và C.

**Câu 3.3.** Một con lắc đơn gồm sợi dây có khối lượng không đáng kể, không dãn, có chiều dài $l$ và viên bi nhỏ có khối lượng m. Kích thích cho con lắc dao động điều hoà ở nơi có gia tốc trọng trường g. Nếu chọn mốc thế năng tại vị trí cân bằng của viên bi thì thế năng của con lắc này ở li độ góc α có biểu thức là

A. $mgl(1 - \sin\alpha)$ B. $mgl(1 + \cos\alpha)$

C. $mgl(1 - \cos\alpha)$ D. $mgl(3 - 2\cos\alpha)$

**Câu 3.4.** Một con lắc đơn có chiều dài dây treo $l$ = 100 cm, vật nặng có khối lượng m = 1 kg. Con lắc dao động điều hoà với biên độ góc $\alpha_0 = 0{,}1$ rad tại nơi có g = 10 m/s$^2$. Cơ năng toàn phần của con lắc là

A. 0,01 J B. 0,05 J C. 0,1 J D. 0,5 J

**Câu 3.5.** Một con lắc đơn gồm quả cầu khối lượng 500 g treo vào một sợi dây mảnh dài 60 cm. Khi con lắc đang ở vị trí cân bằng thì cung cấp cho nó một năng lượng 0,015 J, khi đó con lắc sẽ thực hiện dao động điều hoà. Biên độ dao động của con lắc là

A. 0,06 rad B. 0,10 rad C. 0,15 rad D. 0,18 rad

**Câu 3.6.** Hai con lắc đơn có cùng khối lượng vật nặng, chiều dài dây treo lần lượt là $l_1$ = 64 cm và $l_2$ = 81 cm dao động với biên độ góc nhỏ tại cùng một nơi và có cùng một năng lượng dao động. Biên độ góc của con lắc thứ hai là $\alpha_2 = 5^0$, biên độ góc $\alpha_1$ của con lắc thứ nhất là

A. $3{,}95^0$ B. $4{,}45^0$ C. $5{,}63^0$ D. $6{,}33^0$

**Câu 3.7.** Một con lắc đơn có chiều dài $l$, dao động điều hoà tại một nơi có gia tốc rơi tự do g với biên độ góc $\alpha_o$. Lúc vật đi qua vị trí có li độ góc $\alpha$, nó có vận tốc là v. Biểu thức nào sau đây đúng?

A. $\dfrac{v^2}{gl} = \alpha_o^2 - \alpha^2$ B. $\alpha^2 = \alpha_o^2 - glv^2$

C. $\alpha_o^2 = \alpha^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2}$ D. $\alpha^2 = \alpha_o^2 - \dfrac{v^2 g}{l}$

**Câu 3.8.** Con lắc đơn có chiều dài dây treo 1 m dao động điều hoà tại nơi có gia tốc trọng trường g = 10 m/s$^2$ với biên độ góc 9°. Chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng. Giá trị vận tốc của vật khi động năng của nó bằng thế năng là

A. 0,35 m/s B. $\dfrac{9}{\sqrt{2}}$ m/s C. $9\sqrt{5}$ m/s D. 9,88 m/s

**Câu 3.9.** Con lắc đơn dao động điều hoà theo phương trình:

$$s = 16\cos\left(2{,}5t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm}$$

Những thời điểm mà ở đó động năng của vật bằng 3 lần thế năng là:

A. $t_1 = \frac{k\pi}{2{,}5}$ $(k \in Z)$ hoặc $t_2 = \frac{2\pi}{3} + \frac{k\pi}{2{,}5}$ $(k \in Z)$

B. $t_1 = \frac{2\pi}{3} + \frac{k\pi}{2{,}5}$ $(k \in Z)$ hoặc $t_2 = -\frac{2\pi}{7{,}5} + \frac{k\pi}{2{,}5}$ $(k \in Z)$

C. $t_1 = \frac{2\pi}{3} + \frac{k\pi}{2{,}5}$ $(k \in Z)$ hoặc $t_2 = \frac{2\pi}{7{,}5} + \frac{k\pi}{2{,}5}$ $(k \in Z)$

D. $t_1 = \frac{k\pi}{2{,}5}$ $(k \in Z)$ hoặc $t_2 = -\frac{2\pi}{7{,}5} + \frac{k\pi}{2{,}5}$ $(k \in Z)$

**Câu 3.10.** Cho con lắc đơn dao động điều hoà tại nơi có $g = 10\ /s^2$. Biết rằng trong khoảng thời gian 12 s thì nó thực hiện được 24 dao động, vận tốc cực đại của con lắc là $6\pi$ cm/s, lấy $\pi^2 = 10$. Giá trị góc lệch của dây treo ở vị trí cân bằng và vị trí mà ở đó thế năng của con lắc bằng 1/8 động năng là

A. 0,04 rad B. 0,08 rad C. 0,10 rad D. 0,12 rad

## Dạng 4. BÀI TOÁN VỀ SỰ VA CHẠM CỦA CON LẮC ĐƠN

### A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

**Để giải quyết được các bài toán về sự va chạm nói chung và sự va chạm của con lắc đơn nói riêng, cần phải nắm vững các kiến thức về sự va chạm.**

***1. Va chạm mềm***

***a) Định nghĩa:*** **Là loại va chạm mà sau khi va chạm thì các vật dính vào nhau và cùng chuyển động.**

***b) Đặc điểm:*** **– Động lượng của hệ bảo toàn**

**– Động năng của hệ không bảo toàn**

**Ta xét bài toán va chạm giữa 2 vật có khối lượng $m_1$, $m_2$. Gọi $\vec{v_1}, \vec{v_2}$ là vận tốc của 2 hai vật ngay trước va chạm. Sau va chạm 2 vật dính vào nhau và chuyển động với vận tốc $\vec{V}$.**

**Áp dụng định luật bảo toàn động lượng: $m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2} = (m_1 + m_2)\vec{V}$**

$$\Rightarrow \vec{V} = \frac{m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2}}{m_1 + m_2} \Rightarrow V = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2}$$

**($v_1$, $v_2$ và V lần lượt là hình chiếu của $\vec{v_1}, \vec{v_2}$ và $\vec{V}$ lên một phương nào đó).**

***2. Va chạm đàn hồi***

*a) Định nghĩa:* Là loại va chạm mà ở đó động năng của hệ được bảo toàn.

*b) Đặc điểm:* – Động lượng của hệ bảo toàn

– Động năng của hệ bảo toàn

Ta xét bài toán va chạm giữa 2 vật có khối lượng $m_1$, $m_2$. Gọi $\vec{v_1}, \vec{v_2}$ và $\vec{v'_1}, \vec{v'_2}$ là vận tốc của 2 hai vật ngay trước và ngay sau va chạm.

– Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2} = m_1\vec{v'_1} + m_2\vec{v'_2}$$

$$\Rightarrow m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2 \quad (1)$$

($v_1, v_2, v'_1, v'_2$ lần lượt là hình chiếu của $\vec{v_1}, \vec{v_2}, \vec{v'_1}, \vec{v'_2}$ lên phương nào đó)

– Áp dụng định luật bảo toàn động năng:

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v'^2_1 + \frac{1}{2}m_2v'^2_2 \quad (2)$$

Giải hệ (1) và (2) ta được:

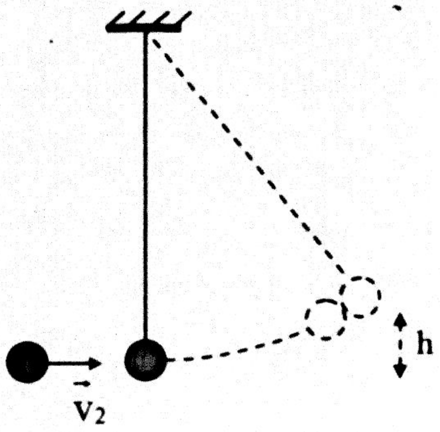
$$v'_1 = \frac{2m_2v_2 + (m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2}; \; v'_2 = \frac{2m_1v_1 + (m_2 - m_1)v_2}{m_1 + m_2}.$$

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 4.1.** Một con lắc đơn gồm một quả cầu $m_1$ = 200 g treo vào một sợi dây không dãn và có khối lượng không đáng kể. Con lắc đang nằm yên tại vị trí cân bằng thì một vật khối lượng $m_2$ = 300 g bay ngang với vận tốc 400 cm/s đến va chạm mềm với vật treo $m_1$. Sau va chạm hai vật dính vào nhau và cùng chuyển động. Lấy g = 10 m/s$^2$. Độ cao cực đại mà con lắc mới đạt được là:

A. h = 20 cm B. h = 25,6 cm C. h = 28,8 cm D. h = 32,5 cm

**Hướng dẫn giải:**



Hình 2.16

Gọi $\vec{V}$ là vận tốc của 2 vật $m_1$ và $m_2$ ngay sau va chạm.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ 2 vật $m_1$ và $m_2$ ngay trước và ngay sau va chạm: $m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2} = (m_1 + m_2)\vec{V}$

$\Rightarrow \vec{V} = \dfrac{m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2}}{m_1 + m_2}$ chiếu lên phương ngang

$$\Rightarrow V = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2} = \frac{0,2.0 + 0,3.4}{0,2 + 0,3} = 2,4 \text{ (m/s)}$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho con lắc đơn sau quá trình va chạm

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2 = (m_1 + m_2)gh$$

$$\Rightarrow h = \frac{1}{2}\frac{V^2}{g} = \frac{1}{2}.\frac{2,4^2}{10} = 0,288\ (m) = 28,8\ (cm)$$

Chọn phương án C.

**Thí dụ 4.2.** Một con lắc đơn gồm quả cầu khối lượng $m_1 = 200$ g treo vào sợi dây không dãn, không khối lượng, chiều dài $l = 90$ cm. kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng một góc $\alpha_0 = 60^0$ rồi thả nhẹ. Khi đi qua vị trí thấp nhất nó va chạm đàn hồi xuyên tâm với quả cầu $m_2 = 100$ g đang nằm yên ở đó. Lấy $\pi^2 = 10$, $g = 10$ m/s$^2$. Vận tốc của con lắc ngay sau va chạm là

A. v = 75 cm/s B. v = 100 cm/s C. v = 125 cm/s D. v = 300 cm/s

**Hướng dẫn giải:**

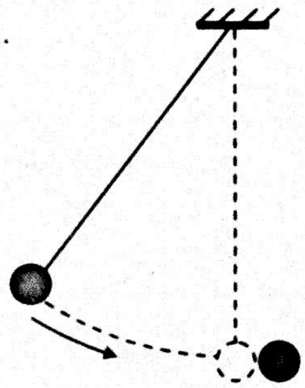
Gọi $v_1$ là vận tốc của con lắc ngay trước va chạm.

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$mgl(1 - \cos\alpha_0) = \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\Rightarrow v_1 = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_0)}$$

$$= \sqrt{2.10.0,9(1 - \cos60^o)} = 3\ (m/s)$$



Hình 2.17

Gọi $v'_1$ và $v'_2$ lần lượt là vận tốc của $m_1$, $m_2$ ngay sau va chạm.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng và định luật bảo toàn động năng:

$$\begin{cases} m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2\ v'_2 \\ \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v'^2_1 + \frac{1}{2}m_2v'^2_2 \end{cases}$$

Ở đây: $v_2 = 0 \Rightarrow \begin{cases} m_1v_1 = m_1v'_1 + m_2\ v'_2 \\ \frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_1v'^2_1 + \frac{1}{2}m_2v'^2_2 \end{cases}$

Giải hệ ta được: $v'_1 = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2}v_1 = \frac{(0,2 - 0,1)}{0,2 + 0,1}.3 = 1$ (m/s) = 100 (cm/s)

Chọn phương án B.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 4.1.** Một con lắc đơn gồm một quả cầu treo vào một sợi dây không dãn và có khối lượng không đáng kể đang dao động điều hoà. Khi đi qua vị trí cân bằng, nó va chạm với vật nặng khác đang nằm yên ở đó. Sau va chạm hai vật dính vào nhau và cùng dao động điều hoà. Điều nào sau đây là đúng khi nói về sự dao động của con lắc mới?

A. Con lắc vẫn tiếp tục dao động với chu kỳ như cũ.

B. Con lắc vẫn tiếp tục dao động với biên độ như cũ.

C. Con lắc vẫn tiếp tục dao động với chu kỳ và biên độ như cũ.

D. Cả chu kỳ và biên độ của con lắc đều thay đổi.

**Câu 4.2.** Một con lắc đơn gồm một quả cầu khối lượng $m_1 = 50$ g treo vào một sợi dây không dãn và có khối lượng không đáng kể. Con lắc đang nằm yên tại vị trí cân bằng thì một vật có khối lượng $m_2 = 100$ g bay ngang đến va chạm mềm với quả cầu $m_1$. Sau va chạm hai vật dính vào nhau và cùng dao động điều hoà với chu kỳ $T = \pi$ (s) và biên độ $s_0 = 2,5$ cm. Giá trị vận tốc của vật $m_2$ trước lúc va chạm với $m_1$ là

A. 5 cm/s B. 7,5 cm/s C. 10 cm/s D. 12 cm/s

**Câu 4.3.** Một con lắc đơn gồm một quả cầu khối lượng $m_1 = 20$ g treo vào một sợi dây không dãn và có khối lượng không đáng kể đang dao động điều hoà với phương trình $s = 10\cos\left(4t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm. Khi đi qua vị trí cân bằng, nó va chạm với vật nặng $m_2$ đang nằm yên ở đó. Sau va chạm hai vật dính vào nhau và cùng dao động điều hoà với biên độ $s_o' = 6,25$ cm. Khối lượng vật nặng $m_2$ là

A. 8 g B. 12 g C. 16 g D. 20 g

**Câu 4.4.** Một con lắc đơn gồm một quả cầu treo vào một sợi dây không dãn và có khối lượng không đáng kể. Con lắc đang nằm yên tại vị trí cân bằng thì một vật có cùng khối lượng với quả cầu bay ngang với vận tốc $20\pi$ cm/s đến va chạm tuyệt đối đàn hồi với quả cầu. Lấy $g = 10$ m/s$^2$, $\pi^2 = 10$. Sau va chạm con lắc đơn sẽ dao động điều hoà với chu kỳ $T = 1$ (s). Biên độ góc của nó là

A. 0,05 rad B. 0,06 rad C. 0,1 rad D. 0,12 rad

**Câu 4.5.** Một con lắc đơn gồm một quả cầu khối lượng $m_1$ = 400 g treo vào một sợi dây không dãn và có khối lượng không đáng kể đang dao động điều hoà với tần số f = 0,5 Hz và biên độ $s_0$ = 8 cm. Khi đi qua vị trí cân bằng, nó va chạm tuyệt đối đàn hồi với quả cầu $m_2$ = 100 g đang nằm yên ở đó. Sau va chạm con lắc vẫn tiếp tục dao động điều hoà. Chọn gốc toạ độ tại vị trí cân bằng, chiều dương là chiều chuyển động của $m_1$ ngay sau va chạm, gốc thời gian tại thời điểm va chạm. Lấy $\pi^2 = 10$. Phương trình dao động của con lắc sau khi va chạm là

A. $s = 2,4\cos\pi t$ cm  B. $s = 2,4\cos\left(\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)$ cm

C. $s = 4,8\cos\pi t$ cm  D. $s = 4,8\cos\left(\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)$ cm

## Dạng 5. CON LẮC ĐƠN CHỊU TÁC DỤNG CỦA LỰC KHÁC NGOÀI TRỌNG LỰC

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Giả sử ngoài lực căng sợi dây $\vec{T}$ và trọng lực $\vec{P}$ con lắc còn chịu thêm tác dụng của ngoại lực $\vec{F}$ không đổi. Khi đó ta có thể coi con lắc chịu tác dụng của "trọng lực hiệu dụng" có giá trị bằng: $\vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}$ (1)

Do đó vị trí cân bằng mới của con lắc là vị trí mà dây treo có phương trùng với phương của trọng lực hiệu dụng $\vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}$.

"Gia tốc hiệu dụng" được tính: $\vec{g}' = \dfrac{\vec{P}'}{m} = \dfrac{\vec{P} + \vec{F}}{m} = \vec{g} + \dfrac{\vec{F}}{m}$

$\Rightarrow$ Chu kỳ dao động của con lắc khi đó: $T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g'}}$

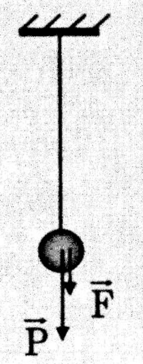
**Xét các trường hợp đặc biệt**

*1. Lực $\vec{F}$ có hướng thẳng đứng, hướng xuống dưới (hình 2.18):*

– Tại vị trí cân bằng: dây treo có phương thẳng đứng.

– Chu kỳ dao động:

Từ (1) $\Rightarrow P' = P + F \Rightarrow g' = g + \dfrac{F}{m} \Rightarrow T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g + \dfrac{F}{m}}}$



Hình 2.18

2. *Lực $\vec{F}$ có hướng thẳng đứng, hướng lên trên (hình 2.19)*

– Tại vị trí cân bằng: dây treo có phương thẳng đứng.

– Chu kỳ dao động:

$$P' = P - F \Rightarrow g' = g - \frac{F}{m} \Rightarrow T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g - \frac{F}{m}}}$$

Hình 2.19

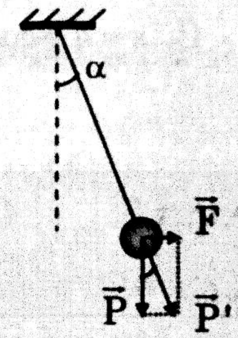
3. *Lực $\vec{F}$ có phương nằm ngang (hình 2.20)*

– Tại vị trí cân bằng: dây treo có phương thẳng đứng một góc $\alpha$ với $\tan\alpha = \frac{F}{P}$

– Chu kỳ dao động:

$$P' = \sqrt{P^2 + F^2} \Rightarrow g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2}$$

$$\Rightarrow T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2}}}$$




Hình 2.20

**Các ngoại lực thường gặp:**

1. *Lực quán tính*: $\vec{F}_{qt} = -m\vec{a}$ (xuất hiện khi treo con lắc vào trần một thang máy, toa tàu,... chuyển động có gia tốc)

   Trong đó: m là khối lượng của quả cầu, $\vec{a}$ là gia tốc của hệ quy chiếu (thang máy, toa tàu,...).

2. *Lực điện trường:* $\vec{F} = q\vec{E}$ (xuất hiện khi con lắc đặt trong điện trường)

   Trong đó: q là điện tích của quả cầu, $\vec{E}$ là cường độ điện trường.

   Nếu $q > 0$: $\vec{F}$ cùng phương cùng chiều với $\vec{E}$

   Nếu $q < 0$: $\vec{F}$ cùng phương ngược chiều với $\vec{E}$

3. *Lực đẩy Acsimet:* $F_a = V.D.g$ (xuất hiện khi con lắc nhúng chìm trong chất lỏng).

   Trong đó: V là thể tích của quả cầu, D là khối lượng riêng của chất lỏng.

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 5.1.** Một con lắc đơn có chu kỳ dao động T = 2 s tại nơi có gia tốc trọng trường g = 9,8 m/s$^2$. Nếu treo con lắc trên vào trần một thang máy đang chuyển động đi lên chậm dần đều với gia tốc a = 2 m/s$^2$ thì chu kỳ dao động của nó là

A. T' = 1,82 s B. T = 2s C. T' = 2,24 s D. T' = 4 s

**Hướng dẫn giải:**

Khi treo con lắc trên vào trần một thang máy chuyển động đi lên chậm dần đều thì con lắc chịu thêm lực quán tính hướng lên trên: $\vec{F}_{qt} = -m\vec{a}$

⇒ Trọng lực hiệu dụng: $P' = P - F$

⇒ Gia tốc trọng trường hiệu dụng $g' = \frac{F'}{m} = g - a$

⇒ Chu kỳ dao động mới của con lắc được tính: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}}$

Mặt khác: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

$$\Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g-a}} \Rightarrow T' = \sqrt{\frac{g}{g-a}}.T = \sqrt{\frac{9,8}{9,8-2}}.2 \approx 2,24\ (s)$$

Chọn phương án C.

**Thí dụ 5.2.** Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ bằng kim loại có khối lượng m = 100 g được treo vào 1 sợi dây dài $l$ = 0,5 m, tại nơi có g = 10 m/s$^2$. Tích điện cho quả cầu một điện tích q = +10$^{-4}$ C rồi cho nó dao động trong điện trường đều có phương nằm ngang và có cường độ E = 50 V/cm. Hãy xác định chu kỳ dao động của con lắc?

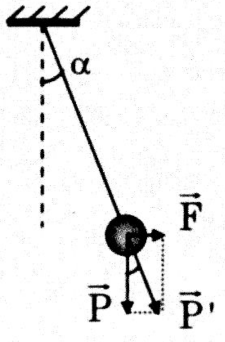
A. T = 1,35 s B. T = 1,51 s C. T = 2,97 s D. T = 2,26 s

**Hướng dẫn giải:**

Đổi: E = 50 V/cm = 5000 V/m

Khi tích điện cho quả cầu rồi cho nó dao động trong điện trường đều có phương nằm ngang thì quả cầu chịu thêm lực điện trường có phương nằm ngang: $\vec{F} = q\vec{E}$

⇒ Trọng lực hiệu dụng: $P' = \sqrt{P^2 + F^2}$



Hình 2.21

$\Rightarrow$ Gia tốc trọng trường hiệu dụng: $g_{hd} = \dfrac{P'}{m} = \sqrt{g^2 + \left(\dfrac{qE}{m}\right)^2}$

$\Rightarrow$ Chu kỳ dao động của con lắc: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{\sqrt{g^2 + \left(\dfrac{qE}{m}\right)^2}}}$

Thay số: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{0,5}{\sqrt{10^2 + \left(\dfrac{10^{-4}.5000}{0,1}\right)^2}}} \approx 1,35\,(s)$

Chọn phương án A.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 5.1.** Biết gia tốc trọng trường là g. Một đồng hồ quả lắc treo trên trần của một chiếc thang máy, khi thang máy đi lên nhanh dần đều với gia tốc a thì chu kì dao động của con lắc đơn là:

A. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g - \dfrac{a}{2}}}$

B. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g + a}}$

C. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g - a}}$

D. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g + \dfrac{a}{2}}}$

**Câu 5.2.** Con lắc đơn được treo vào trần của một chiếc xe chạy nhanh dần đều với gia tốc $a = 10\sqrt{3}$ m/s². Lấy g = 10 m/s². Điều nào sau đây là **đúng** khi xác định vị trí cân bằng của con lắc?

A. Dây treo có phương thẳng đứng

B. Dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $30^0$

C. Dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $45^0$

D. Dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $60^0$

**Câu 5.3.** Một con lắc đơn có chu kỳ dao động T = 2 s. Nếu treo con lắc vào trần một toa xe đang chuyển động nhanh dần đều trên mặt đường nằm ngang thì thấy rằng ở vị trí cân bằng mới, dây treo con lắc hợp với phương thẳng đứng một góc $\varphi = 30^o$. Cho g = 10 m/s². Tìm chu kỳ dao động mới của con lắc trong toa xe và gia tốc của toa xe?

A. $1,86\text{ s};\ 5,77\text{ m/s}^2$

B. $1,86\text{ s};\ 10\text{ m/s}^2$

C. $2\text{ s};\ 5,77\text{ m/s}^2$

D. $2\text{ s};\ 10\text{ m/s}^2$

**Câu 5.4.** Một con lắc đơn dao động nhỏ với chu kì $T_0$. Cho quả cầu con lắc tích điện dương vào dao động nhỏ trong điện trường có đường sức hướng xuống thẳng đứng, chu kì con lắc đó so với $T_0$ như thế nào?

A. Nhỏ hơn $T_0$ B. Lớn hơn $T_0$

C. Không xác định. D. Bằng $T_0$

**Câu 5.5.** Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ bằng kim loại có khối lượng m = 100 g được treo vào một sợi dây và đặt tại nơi có g = 10 m/s$^2$. Tích điện cho quả cầu một điện tích q = – 0,05 C rồi cho nó dao động trong điện trường đều có phương nằm ngang giữa hai bản tụ điện. Hiệu điện thế giữa hai bản tụ là U = 5 V, khoảng cách giữa hai bản là d = 25 cm. Điều nào sau đây là đúng khi xác định vị trí cân bằng của con lắc?

A. Dây treo có phương thẳng đứng.

B. Dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $30^0$.

C. Dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $45^0$.

D. Dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $60^0$.

**Câu 5.6.** Một con lắc đơn gồm một quả cầu kim loại nhỏ, khối lượng m = 100 g, tích điện $|q| = 6.10^{-5}C$ được treo bằng sợi dây mảnh. Con lắc dao động trong điện trường đều có phương nằm ngang tại nơi có gia tốc trọng trường g = 10 m/s$^2$. Khi đó vị trí cân bằng của con lắc tạo với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 30°$. Độ lớn của cường độ điện trường là

A. $2,9.10^4$ (V/m) B. $9,6.10^3$ (V/m)

C. $14,5.10^4$ (V/m) D. $16,6.10^3$ (V/m)

**Câu 5.7.** Một con lắc đơn gồm hòn bi khối lượng m = 10 g treo vào một sợi dây mảnh và có chiều dài $l$ = 25 cm. Tích điện cho hòn bi một điện tích $q = +10^{-4}$ C rồi đặt nó vào giữa hai bản kim loại thẳng đứng, song song và cách nhau d = 22 cm. Đặt vào hai bản hiệu điện thế một chiều U = 88 V rồi cho con lắc dao động bé. Lấy g = 10 m/s$^2$. Chu kỳ dao động của con lắc là

A. T = 0,938 s B. T = 0,389 s C. T = 0,659 s D. T = 0,957 s

**Câu 5.8.** Một con lắc đơn gồm quả cầu có khối lượng riêng D = $4.10^3$ kg/m$^3$. Khi đặt trong không khí thì nó dao động với chu kỳ T = 1,5 s. Lấy g = 9,8 m/s$^2$. Tính chu kỳ dao động của con lắc khi cho nó dao động trong nước. Biết khối lượng riêng của nước là $D_n$ = 1 kg/$l$.

A. 1,22 s B. 1,54 s C. 1,73 s D. 2,15 s

## Dạng 6. SỰ PHỤ THUỘC CỦA CHU KỲ DAO ĐỘNG CON LẮC ĐƠN VÀO ĐỘ CAO VÀ NHIỆT ĐỘ. SỰ NHANH CHẬM CỦA ĐỒNG HỒ QUẢ LẮC

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Từ công thức tính chu kỳ dao động của con lắc đơn: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ta thấy chu kỳ dao động T của con lắc đơn phụ thuộc vào chiều dài $l$ của dây treo con lắc và gia tốc trọng trường g tại vị trí đặt nó. Mà chiều dài $l$ phụ thuộc vào nhiệt độ, gia tốc trọng trường g phụ thuộc vào độ cao ⇒ chu kỳ T phụ thuộc vào nhiệt độ và độ cao.

**1. Sự phụ thuộc vào nhiệt độ**

$l = l_0(1 + \alpha t)$ ($\alpha$: hệ số nở vì nhiệt, $l_0$: độ dài của dây tại 0°C)

Gọi $T_1$ và $T_2$ lần lượt là chu kỳ dao động của con lắc tại nhiệt độ $t_1$ và $t_2$.

Ta có: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1+\alpha t_1)}{g}}$ ; $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1+\alpha t_2)}{g}}$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{1-\alpha t_2}{1-\alpha t_1}} \approx 1 + \frac{1}{2}\alpha(t_2 - t_1)$$

– Nếu nhiệt độ tăng lên ($t_2 > t_1$) thì $T_2 > T_1$: con lắc sẽ dao động chậm hơn.

– Nếu nhiệt độ giảm xuống ($t_2 < t_1$) thì $T_2 < T_1$: con lắc sẽ dao động nhanh hơn.

**2. Sự phụ thuộc vào độ cao**

Từ công thức tính lực hấp dẫn $F_{hd} = G\frac{Mm}{(R+h)^2} = mg_h$

(R là bán kính Trái Đất)

$$\Rightarrow g_h = G\frac{M}{(R+h)^2}$$

Tại mặt đất (h = 0): $g_0 = G\frac{M}{R^2} \Rightarrow \frac{g_h}{g_0} = \frac{R^2}{(R+h)^2}$

Gọi $T_0$ và $T_h$ lần lượt là chu kỳ dao động của con lắc khi nó ở Mặt Đất và ở độ cao h. Nếu nhiệt độ hai hai địa điểm này bằng nhau thì $l_1 = l_2 = l$.

Do đó ta có $T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g_0}}$ và $T_h = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g_h}}$

$\Rightarrow \dfrac{T_h}{T_0} = \sqrt{\dfrac{g_0}{g_h}} = \dfrac{R+h}{R} = 1 + \dfrac{h}{R}$ : khi đưa con lắc đơn lên cao thì nó sẽ chạy chậm hơn.

**3. Sự nhanh, chậm của đồng hồ quả lắc**

Để tính khoảng thời gian nhanh, chậm của đồng hồ trong một khoảng thời gian t (trong một ngày đêm chẳng hạn) nào đó ta tiến hành theo các bước sau:

Gọi chu kỳ dao động **đúng** của con lắc là $T_1$; chu kỳ dao động **sai** của con lắc là $T_2$.

Như vậy sau một khoảng thời gian là $T_2$ thì đồng hồ chạy nhanh (chậm) một lượng: $\Delta T = |T_2 - T_1|$

$\Rightarrow$ Sau khoảng thời gian t thì đồng hồ chạy nhanh (chậm) một lượng:

$$\Delta\tau = \frac{\Delta T}{T_2}t = \frac{|T_2 - T_1|}{T_2}.t = \left|1 - \frac{T_1}{T_2}\right|.t$$

***Xét một vài trường hợp riêng thường gặp:***

* Đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ ở nhiệt độ $t_1$. Khi tăng nhiệt độ lên $t_2$ thì sau một ngày đêm (t = 86400 s) đồng hồ sẽ chạy chậm:

$$\Delta\tau = t\left|1 - \frac{T_1}{T_2}\right| = t.\frac{1}{2}\alpha(t_2 - t_1) = 43200.\alpha(t_2 - t_1)\ (s)$$

* Đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ trên Mặt Đất. Khi đưa nó lên độ cao h thì thì sau một ngày đêm (t = 86400 s) đồng hồ sẽ chạy chậm:

$$\Delta\tau = t\left|1 - \frac{T_1}{T_2}\right| = t.\frac{h}{R} = 86400\frac{h}{R}\ (s)$$

***Lưu ý:*** Trong quá trình giải các bài toán dạng này thường sử dụng các công thức gần bằng: $(1+\alpha)^n \approx 1 + n\alpha$ (với $|\alpha| << 1$)

$$\left(\frac{1+\alpha}{1+\beta}\right)^n \approx 1 + n(\alpha - \beta)\ \text{(với } |\alpha| << 1, |\beta| << 1,)$$

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 6.1.** Một con lắc đơn đếm giây chạy đúng giờ khi nhiệt độ là 25 $^0$C. Biết hệ số nở dài của dây treo là $\alpha = 1,8.10^{-5}$ K $^{-1}$. Hỏi khi nhiệt độ lên đến 40 $^0$C trong mỗi ngày đêm con lắc sẽ:

A. Chạy nhanh 11,664 s　　B. Chạy chậm 11,664 s

C. Chạy nhanh 22,5 s　　D. Chạy chậm 22,5 s

**Hướng dẫn giải:**

+ Ở nhiệt độ $t_1 = 25°C$ có $l_1 = l_0(1 + \alpha t_1)$ và $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l_1}{g}}$.

+ Ở nhiệt độ $t_2 = 40°C$ có $l_2 = l_0(1 + \alpha t_2)$ và $T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l_2}{g}}$.

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = \sqrt{\frac{(1+\alpha t_2)}{(1+\alpha t_1)}} = (1+\alpha t_2)^{\frac{1}{2}}(1+\alpha t_1)^{-\frac{1}{2}}$$

Do $\alpha t_1$ và $\alpha t_2$ đều rất nhỏ so với 1 nên $\dfrac{T_2}{T_1} \approx \left[1 + \dfrac{1}{2}\alpha(t_2 - t_1)\right]$

Vì $t_2 > t_1 \Rightarrow T_2 > T_1 \Rightarrow$ đồng hồ chạy chậm lại.

Trong trường hợp tổng quát, lượng sai trong t giây là:

$$\Delta\tau = \frac{t}{T_2}\Delta T = t\left|1 - \frac{T_1}{T_2}\right| = \frac{t}{2}\alpha(t_2 - t_1)$$

Ở bài toán này, trong một ngày đêm t = 86400 s do đó lượng chậm là:

$$\Delta\tau = 86400 \,.\, \frac{1}{2} \,.\, 1,8 \,.\, 10^{-5}(40 - 25) = 11,664 \text{ (s)}$$

Chọn phương án B.

**Thí dụ 6.2 .** Con lắc của một đồng hồ quả lắc được coi như một con lắc đơn có chu kỳ dao động $T_1$ = 2 s ở nhiệt độ $t_1 = 27^0$C trên mặt đất. Biết hệ số nở dài dây treo con lắc là $l = 1,5.10^{-5}$ K$^{-1}$ và bán kính Trái Đất là R = 6400 km. Đưa đồng hồ nói trên lên độ cao h = 1 km, muốn đồng hồ vẫn chạy đúng giờ thì nhiệt độ ở nơi đó phải là

A. 3°C　　B. 4°C　　C. 6°C　　D.8°C

**Hướng dẫn giải:**

– Chu kỳ của con lắc tại Mặt Đất: $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l_0\left(1+\alpha t_1\right)}{g_0}}$

– Chu kỳ của con lắc tại độ cao h = 2 km: $T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l_0\left(1+\alpha t_2\right)}{g_h}}$

Để đồng hồ vẫn chạy đúng giờ thì $T_1 = T_2 \Leftrightarrow \dfrac{1+\alpha t_1}{g_0} = \dfrac{1+\alpha t_2}{g_h}$

$$\Leftrightarrow \frac{g_h}{g_0} = \frac{1+\alpha t_2}{1+\alpha t_1} \Leftrightarrow 1 - \frac{2h}{R} = 1 + \alpha(t_2 - t_1) \Leftrightarrow t_2 = t_1 - \frac{2h}{\alpha R}$$

Thay số: $t_2 = 27 - \dfrac{2.1}{1,5.10^{-5}.6400} \approx 6^\circ C$

Chọn phương án C.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 6.1.** Khi đưa một con lắc đơn lên cao theo phương thẳng đứng (coi chiều dài của con lắc không đổi) thì tần số dao động điều hoà của nó sẽ

A. tăng vì chu kỳ dao động điều hoà của nó giảm.

B. tăng vì tần số dao động điều hoà của nó tỉ lệ nghịch với gia tốc trọng trường.

C. giảm vì gia tốc trọng trường giảm theo độ cao.

D. không đổi vì chu kỳ dao động điều hoà của nó không phụ thuộc vào gia tốc trọng trường.

**Câu 6.2.** Điều nào sau đây là đúng khi nói về sự nhanh, chậm của đồng hồ quả lắc

A. Khi đưa lên cao thì đồng hồ sẽ chạy nhanh.

B. Khi đưa lên cao thì đồng hồ sẽ chạy chậm.

C. Khi đưa lên cao thì thoạt đầu đồng hồ sẽ chạy chậm nhưng sau đó nó sẽ chạy nhanh hơn.

D. Khi đưa lên cao thì đồng hồ sẽ chạy nhanh nhưng sau đó nó sẽ chạy chậm lại.

**Câu 6.3.** Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về sự nhanh, chậm của đồng hồ quả lắc?

A. Khi nhiệt độ tăng thì đồng hồ sẽ chạy chậm.

B. Khi nhiệt độ tăng thì đồng hồ sẽ chạy nhanh.

C. Khi tăng nhiệt độ thì thoạt đầu đồng hồ chạy chậm như sau đó nếu tiếp tục tăng thì đồng hồ sẽ chạy nhanh.

D. Khi tăng nhiệt độ thì thoạt đầu đồng hồ chạy nhanh như sau đó nếu tiếp tục tăng thì đồng hồ sẽ chạy chậm.

**Câu 6.4.** Điều nào sau đây là SAI khi nói về tần số dao động điều hoà của con lắc đơn?

A. Tần số không đổi khi khối lượng con lắc thay đổi.

B. Tần số tăng khi nhiệt độ giảm.

C. Tần số giảm khi biên độ giảm.

D. Tần số giảm khi đưa con lắc lên cao.

**Câu 6.5.** Chọn câu trả lời đúng. Một con lắc đơn dao động tại địa điểm A với chu kì 2 s. Đưa con lắc tới địa điểm B thì thực hiên được 100 dao động hết 201 s. Coi nhiệt độ hai nơi này bằng nhau. So với gia tốc trọng trường tại A, gia tốc trọng trường tại B.

A. Tăng 0,1% B. Giảm 0,1% C. Tăng 1% D. Giảm 1%

**Câu 6.6.** Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ tại một nơi trên mặt đất khi nhiệt độ 25°, nếu nhiệt độ ở nơi đó hạ xuống dưới 25° thì đồng hồ sẽ:

A. chạy chậm

B. chạy nhanh

C. vẫn chạy đúng

D. Lúc đầu chạy nhanh sau đó chạy chậm lại.

**Câu 6.7.** Một đồng con lắc đơn dao động tại địa điểm A với chu kì 2 s. Khi đưa tới địa điểm B thì thực hiện 100 dao động hết 201 s. Nhiệt độ hai nơi này bằng nhau. So với gia tốc trọng trường tại A thì gia tốc trọng trường ở B

A. tăng 0,1% B. giảm 0,1% C. tăng 1% D. giảm 1%

**Câu 6.8.** Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ trên mặt đất, hỏi ở độ cao h và sau khoảng thời gian t đồng hồ chạy nhanh (hay chậm) và sai một lượng thời gian $\Delta\tau$ bằng bao nhiêu?

A. Nhanh $\Delta\tau = t.\dfrac{h}{R}$ B. Nhanh $\Delta\tau = t.\dfrac{2h}{R}$

C. Chậm $\Delta\tau = t.\dfrac{2h}{R}$ D. Chậm $\Delta\tau = t.\dfrac{h}{R}$

**Câu 6.9.** Người ta đưa một đồng hồ quả lắc từ mặt đất lên độ cao h = 5 km. Biết bán kính trái đất là R = 6400 km. Mỗi ngày đêm đồng hồ đó chạy chậm bao nhiêu?

A. $\Delta t = 67,5$ s B. $\Delta t = 70$ s C. $\Delta t = 50$ s D. $\Delta t = 65,5$ s

**Câu 6.10.** Người ta đưa một đồng hồ quả lắc từ Trái Đất lên Mặt Trăng mà không điều chỉnh lại. Cho biết gia tốc rơi tự do trên Mặt Trăng nhỏ hơn trên Trái Đất 6 lần. Theo đồng hồ này thì thời gian Trái Đất tự quay một vòng là bao nhiêu?

A. 9 giờ 47 phút 52 giây B. 4 giờ

C. 58 giờ 47 phút 16 giây D. 144 giờ

**Câu 6.11.** Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ trên mặt đất ở nhiệt độ 25°C. Biết hệ số nở dài của dây treo con lắc là $\alpha = 2.10^{-5}$ $K^{-1}$. Khi nhiệt độ ở đó là 20°C thì sau một ngày đêm, đồng hồ chạy như thế nào?

A. Chậm 8,64 s. B. Nhanh 8,64 s.

C. Chậm 4,32 s. D. Nhanh 4,32 s.

# BÀI TẬP TỔNG HỢP

**Câu 1.** ở nơi có gia tốc trọng trường g, con lắc đơn có dây treo dài $l$ dao động điều hòa với tần số góc là

A. $\omega = \sqrt{\frac{l}{g}}$

B. $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$

C. $\omega = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$

D. $\omega = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

**Câu 2.** Một con lắc đơn có chiều dài dây treo $l$, dao động điều hòa tại nơi có gia tốc trọng trường g. Tần số dao động của con lắc là

A. $f = 2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}$

B. $f = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

C. $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$

D. $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{l}{g}}$

**Câu 3.** Điều nào sau đây là SAI khi nói về chu kỳ dao động của con lắc đơn dao động điều hoà?

A. Tỷ lệ nghịch với căn bậc hai của gia tốc trọng trường.

B. Tỷ lệ thuận với căn bậc hai của chiều dài của nó.

C. Phụ thuộc vào biên độ.

D. Không phụ thuộc vào khối lượng của con lắc.

**Câu 4.** Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về dao động của con lắc đơn (bỏ qua lực cản của môi trường)?

A. Khi vật nặng ở vị trí biên, cơ năng của con lắc bằng thế năng của nó.

B. Chuyển động của con lắc từ vị trí biên về vị trí cân bằng là nhanh dần.

C. Khi vật nặng đi qua vị trí cân bằng, thì trọng lực tác dụng lên nó cân bằng với lực căng của dây.

D. Với dao động nhỏ thì dao động của con lắc là dao động điều hòa.

**Câu 5.** Điều nào sau đây là SAI khi nói về cơ năng của con lắc đơn dao động điều hoà?

A. Cơ năng toàn phần là đại lượng tỉ lệ với bình phương của biên độ.

B. Cơ năng toàn phần là đại lượng biến thiên theo li độ.

C. Động năng và thế năng là những đại lượng biến thiên tuần hoàn.

D. Cơ năng toàn phần của con lắc phụ thuộc vào cách kích thích ban đầu.

**Câu 6.** Ba con lắc đơn cùng chiều dài mang ba quả cầu cùng kích thước làm bằng gỗ, thép và chì. Kéo các quả cầu lệch khỏi phương thẳng đứng một góc $\alpha_0$ rồi thả ra cùng lúc. Bỏ qua lực cản và lực ma sát. Điều nào sau đây là đúng?

A. Con lắc có quả cầu bằng gỗ sẽ đi qua vị trí cân bằng trước hai con lắc còn lại vì nó nhẹ hơn.

B. Con lắc có quả cầu bằng chì sẽ đi qua vị trí cân bằng trước hai con lắc còn lại vì nó nặng hơn.

C. Con lắc có quả cầu bằng thép sẽ đi qua vị trí cân bằng trước hai con lắc còn lại vì nó không quá nhẹ cũng không quá nặng.

D. Cả ba con lắc sẽ đi qua vị trí cân bằng cùng lúc.

**Câu 7.** Cho ba con lắc đơn hoàn toàn giống nhau. Kéo con lắc thứ nhất lệch khỏi phương thẳng đứng một góc $4^o$, kéo con lắc thứ hai lệch khỏi phương thẳng đứng một góc $6^o$, kéo con lắc thứ ba lệch khỏi phương thẳng đứng một góc $8^o$ rồi thả ra cùng lúc. Bỏ qua lực cản và lực ma sát. Điều nào sau đây là đúng?

A. Con lắc thứ nhất sẽ đi qua vị trí cân bằng sớm nhất vì biên độ dao động của nó bé nhất.

B. Con lắc thứ ba sẽ đi qua vị trí cân bằng sớm nhất vì góc lệch ban đầu của nó lớn nên thế năng dự trữ của nó lớn.

C. Con lắc thứ hai sẽ đi qua vị trí cân bằng sớm nhất vì biên độ của nó có giá trị vừa phải.

D. Cả ba con lắc sẽ đi qua vị trí cân bằng cùng lúc.

**Câu 8.** Một con lắc được treo trên trần một thang máy. Kết luận nào sau đây là đúng?

A. Cơ năng của con lắc không đổi khi thang máy chuyển từ trạng thái chuyển động đều sang trạng thái chuyển động có gia tốc.

B. Công của lực căng dây luôn bằng không.

C. Biên độ dao động của con lắc không đổi khi thang máy chuyển từ trạng thái chuyển động đều sang trạng thái chuyển động có gia tốc.

D. Cả A, B và C đều đúng

**Câu 9.** Con lắc đơn dao động điều hoà với chu kì T = 2s tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,81\ m/s^2$. Chiều dài con lắc là:

A. 0,994 (m). B. 96,6 (cm). C. 9,81 (m). D. 0,2 (m).

**Câu 10.** Con lắc đơn có độ dài $l_1$, chu kỳ $T_1 = 3$ s, con lắc có chiều dài $l_2$ dao động với chi kỳ $T_2 = 4$ s. Chu kỳ của con có độ dài $l = l_1 + l_2$ là:

A. T = 3s B. T = 9 s C. T = 5 s D. T = 6 s

**Câu 11.** Một con lắc đơn có chiều dài $l$. Trong khoảng thời gian $\Delta t$ nó thực hiện 12 dao động. Khi giảm độ dài 23cm thì cũng trong thời gian nói trên, con lắc thực hiện được 20 dao động. Chiều dài ban đầu của con lắc là

A. 31,52 cm B. 35,94 cm C. 42,46 cm D. 80,12cm

**Câu 12.** Một con lắc đơn có chiều dài dây treo $l$ = 25 cm mang quả cầu nhỏ tại nơi có g = 10 m/s$^2$. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng một góc $\alpha_0$ nhỏ rồi thả nhẹ thì con lắc sẽ dao động điều hoà. Lấy $\pi^2 = 10$. Thời gian kể từ lúc buông tay đến lúc quả cầu đi qua vị trí cân bằng lần thứ 2 là

A. 0,25 s B. 0,75 s C. 1 s D. 1,5 s

**Câu 13.** Một con lắc đơn có chiều dài dây treo $l$ = 25 cm dao động điều hoà với biên độ góc $\alpha_0$ = 0,2 rad tại nơi có gia tốc trọng trường g = 10 m/s$^2$. Lấy $\pi^2 = 10$. Chọn gốc thời gian khi vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương, phương trình dao động của vật là

A. $s = 5\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm B. $s = 5\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm

C. $s = 5\cos 2\pi$ cm D. $s = 15\cos\left(0,22\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm

**Câu 14.** Một con lắc đơn gồm vật nặng có khối lượng m = 200g, dây treo có chiều dài $l$ = 50 cm. Lấy g = 10 m/s$^2$. Kéo vật khỏi vị trí cân bằng một góc $\alpha = 60^0$ rồi buông ra không vận tốc ban đầu thì vật dao động với cơ năng là

A. 0,13 J B. 0,27 J C. 0,5 J D. 1 J

**Câu 15.** Con lắc đơn có chiều dài dây treo $l$ = 50 cm dao động điều hoà tại nơi có gia tốc trọng trường g = 10 m/s$^2$ với biên độ góc $\alpha_0 = 8^o$. Chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng. Giá trị góc lệch của dây treo con lắc so với phương thẳng đứng khi khi động năng của nó bằng ba lần thế năng là

A. 2,5$^o$ B. 4$^o$ C. 5$^o$ D. 6$^o$

**Câu 16.** Một con lắc đơn được treo ở trần một thang máy. Khi thang máy đứng yên thì con lắc dao động điều hòa với chu kì T. Khi thang máy chuyển động thẳng thẳng đứng chậm dần đều đi lên với gia tốc có độ lớn bằng một nửa gia tốc trọng trường tại nơi đặt thang máy thì con lắc dao động điều hòa với chu kì T' bằng

A. 2T B. T/2 C. $T/\sqrt{2}$. D. $T\sqrt{2}$

**Câu 17.** Cho con lắc đơn có chiều dài dây treo $l$ = 1,5 m được treo vào trần một thang máy tại nơi có g = 9,8 m/$s^2$. Thang máy chuyển động nhanh dần đều với gia tốc a = 2 m/$s^2$ hướng xuống. Chu kỳ dao động của nó là:

A. T = 2,7 s  B. T = 2,04 s  C. T = 2,34 s  D. T = 3,8 s

**Câu 18.** Một con lắc đơn có chu kỳ T = 2 s khi đặt trong chân không. Quả lắc làm bằng một hợp kim khối lượng riêng D = 8,67 g/$cm^3$. Tính chu kỳ T' của con lắc khi đặt con lắc trong không khí; sức cản của không khí xem như không đáng kể, quả lắc chịu tác dụng của sức đẩy Acsimet, khối lượng riêng của không khí là $D_k$ = 1,3 g/lít.

A. T' = 1,83 s  B. T' = 2,17 s  C. T' = 2,46 s  D. T' = 1,62 s

**Câu 19.** Một con lắc đơn có chu kỳ dao động T = 1s trong vùng không có điện trường, quả lắc được làm bằng kim loại có khối lượng m = 10g và tích điện có điện tích q = $10^{-5}$ C. Con lắc được đem treo trong điện trường đều giữa hai bản kim loại phẳng song song mang điện tích trái dấu, đặt thẳng đứng, hiệu điện thế giữa hai bản bằng 400 V. Kích thước các bản kim loại rất lớn so với khoảng cách d = 10 cm giữa chúng. Góc lệch của con lắc so với vị trí cân bằng khi nó ở vị trí cân bằng là

A. $\varphi = 26^0 34'$  B. $\varphi = 21^0 48'$  C. $\varphi = 16^0 42'$  D. $\varphi = 11^0 19'$

**Câu 20.** Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ tại một nơi trên mặt đất, nếu ta đưa đồng hồ nói trên lên trên núi mà nhiệt độ vẫn không thay đổi thì đồng hồ sẽ:

A. chạy chậm  B. chạy nhanh

C. vẫn chạy đúng  D. Lúc đầu chạy nhanh sau đó chạy chậm lại

**Câu 21.** Một con lắc đồng hồ chạy đúng trên mặt đất, có chu kỳ T = 2s. Đưa đồng hồ lên đỉnh một ngọn núi cao 800 m thì sau mỗi ngày đêm nó chạy nhanh hơn hay chậm hơn bao nhiêu? Cho biết bán kính Trái Đất R = 6400 km.

A. Nhanh 10,8 s  B. Chậm 10,8 s

C. Nhanh 5,4 s  D. Chậm 5,4 s

**Câu 22.** Gia tốc trọng trường trên Mặt Trăng nhỏ hơn gia tốc trọng trường trên Mặt Đất 6 lần. Kim phút của đồng hồ quả lắc chạy một vòng ở Mặt Đất hết 1 giờ. ở Mặt Trăng kim phút quay một vòng hết

A. 6 giờ  B. $\frac{1}{\sqrt{6}}$ giờ  C. 2 giờ 27 phút  D. $\frac{1}{6}$ giờ

**Câu 23.** Một con lắc đơn đếm giây chạy đúng giờ khi nhiệt độ là 25 $^0$C. Biết hệ số nở dài của dây treo là $\alpha = 1,5.10^{-5}$ $K^{-1}$. Hỏi khi nhiệt độ lên đến 30 $^0$C trong mỗi ngày đêm con lắc sẽ:

A. Chạy nhanh 3,24 s  B. Chạy chậm 3,24 s

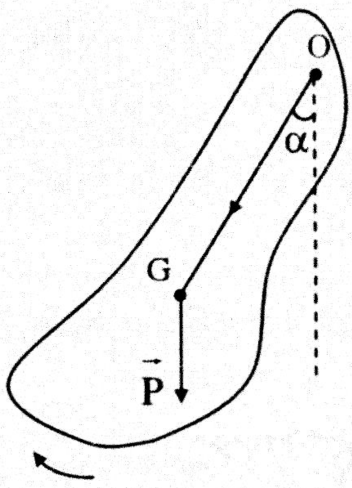
C. Chạy nhanh 6,48 s  D. Chạy chậm 6,48 s

# Chủ đề 4. CON LẮC VẬT LÍ

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Con lắc vật lí là một hệ thống gồm một vật rắn có khối lượng m có thể dao động tự do xung quanh trục cố định nằm ngang trong mặt phẳng thẳng đứng.

Ở vị trí cân bằng, đường thẳng OG có phương thẳng đứng. Khi kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc lệch α nhỏ rồi buông nó ra thì sẽ dao động. Các lực tác dụng lên con lắc gồm: trọng lực $\vec{P}$, phản lực $\vec{N}$ của ổ trục.




Hình 2.22

Ta có phương trình: $\overrightarrow{OG} \wedge \vec{P} = I\vec{\beta}$

$\Rightarrow -d.mg\sin\alpha = I.\alpha''$

$\Rightarrow \alpha'' + \dfrac{mgd}{I}.\alpha = 0$

⇒ Con lắc vật lí thực hiện dao động điều hoà với:

+ Tần số góc: $\omega = \sqrt{\dfrac{mgd}{I}}$

+ Chu kỳ $T = \dfrac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\dfrac{I}{mgd}}$

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 4.1.** Đại lượng vật lí có biểu thức nào sau đây của con lắc vật lí đóng vai trò tương tự với khối lượng m của con lắc lò xo?

A. I B. mg C. $\dfrac{mg}{I}$ D. mgd

**Hướng dẫn giải:**

Tần số góc của con lắc vật lí được tính: $\omega = \sqrt{\dfrac{mgd}{I}}$ (1)

Tần số góc của con lắc lò xo được tính: $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}}$ (2)

Từ (1) và (2) ⇒ Mômen quán tính I của con lắc vật lí đóng vai trò tương tự với khối lượng m của con lắc lò xo.

Chọn phương án A.

**Thí dụ 4.2.** Một vật rắn có khối lượng m = 1 kg có thể dao động nhỏ quanh một trục nằm ngang với tần số f = 1 Hz. Mômen quán tính của vật đối với trục quay này là 0,025 $kgm^2$. Gia tốc trọng trường tại nơi đặt vật rắn là 9,8 $m/s^2$. Khoảng cách từ trọng tâm của vật rắn đến trục quay là

A. 9 cm B. 10 cm C. 11 cm D. 12 cm

**Hướng dẫn giải:**

Tần số góc: $\omega = 2\pi f = 2\pi$ (rad/s)

Từ công thức tính tần số góc của con lắc vật lí: $\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}} \Rightarrow d = \frac{I\omega^2}{mg}$

Thay số: $d = \frac{0,025.(2\pi)^2}{1.9,8} \approx 0,1\,(m) = 10\,(cm)$

Chọn phương án B.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 4.1.** Điều này sau đây là SAI khi nói về chu kỳ dao động của con lắc vật lí

A. Chu kỳ dao động của con lắc vật lí phụ thuộc vào khối lượng của con lắc.

B. Chu kỳ dao động của con lắc vật lí phụ thuộc vào khoảng cách từ trục quay đến trọng tâm của con lắc.

C. Chu kỳ dao động của con lắc vật lí phụ thuộc vào mômen quán tính đối với trục quay.

D. Chu kỳ dao động của con lắc vật lí phụ thuộc vào gốc tọa độ được chọn.

**Câu 4.2.** Một con lắc vật lí là một thanh mảnh, hình trụ, đồng chất, khối lượng m, chiều dài $l$, dao động điều hòa (trong một mặt phẳng thẳng đứng) quanh một trục cố định nằm ngang đi qua một đầu thanh. Biết momen quán tính của thanh với trục quay đã cho là $I = \frac{ml^2}{3}$. Tại nơi có gia tốc trọng trường g, tần số góc của con lắc đã cho là

A. $\omega = \sqrt{\frac{2g}{3l}}$ B. $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ C. $\omega = \sqrt{\frac{3g}{2l}}$ D. $\omega = \sqrt{\frac{g}{3l}}$

**Câu 4.3.** Đại lượng vật lí có biểu thức nào sau đây của con lắc vật lí đóng vai trò tương tự với độ cứng k của con lắc lò xo?

A. I    B. mg    C. $\frac{mg}{I}$    D. mgd

**Câu 4.4.** Đại lượng nào của con lắc lò xo đóng vai trò tương tự với mômen quán tính I của con lắc vật lí?

A. k    B. m    C. $\sqrt{k}$    D. $\frac{1}{\sqrt{m}}$

**Câu 4.5.** Điều nào sau đây là SAI khi nói về con lắc vật lí?

A. Con lắc vật lí là một vật rắn quay được quanh một trục cố định không đi qua trọng tâm

B. Dao động bé của con lắc vật lí là một dao động điều hoà với chu kỳ $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}}$

C. Năng lượng dao động bé của con lắc vật lí luôn không đổi.

D. Với con lắc vật lí là một thanh mảnh, dài thì chu kỳ dao động bé của con lắc vật lí tỷ lệ với bình phương chiều dài của nó.

**Câu 4.6.** Một con lắc vật lí là một vành tròn bán kính R quay quanh một trục vuông góc với vành và đi qua một điểm trên vành. Chu kỳ dao động của con lắc

A. chỉ phụ thuộc vào bán kính R của vành.

B. phụ thuộc vào khối lượng m của vành.

C. phụ thuộc vào mômen quán tính I của nó đối với trục quay.

D. phụ thuộc vào bán kính của vành và gia tốc trọng trường nơi đặt vành.

**Câu 4.7.** Một con lắc vật lí có khối lượng 2 kg, khoảng cách từ trọng tâm của con lắc đến trục quay là 100 cm, dao động điều hòa với tần số góc bằng 2 rad/s tại nơi có gia tốc trọng trường 9,8 m/s$^2$. Momen quán tính của con lắc này đối với trục quay là

A. 4,9 kg.m$^2$    B. 6,8 kg.m$^2$    C. 9,8 kg.m$^2$    D. 2,5 kg.m$^2$

**Câu 4.8.** Con lắc vật lí gồm một thanh đồng chất, tiết diện đều, có khối lượng m = 500g, dài $l$ = 30 cm. Con lắc quay quanh một trục nằm ngang vuông góc với thanh và đi qua một đầu của thanh. Lấy g = 10 m/s$^2$. Chu kỳ dao động của con lắc là

A. 0,89 s    B. 0,63 s    C. 12,5 s    D. 14,6 s

**Câu 4.9.** Một thước dài, mảnh có chiều dài 1,5 m được treo ở một đầu, dao động như một con lắc vật lí tại nơi có g = 10 m/s$^2$. Lấy $\pi^2 = 10$. Chu kỳ dao động của con lắc là

A. 2,0 s B. 2,4 s C. 3,2 s D. 3,8 s

**Câu 4.10.** Một con lắc vật lí là một đĩa mỏng, tròn, đồng chất, bán kính R = 20 cm quay quanh một trục vuông góc với đĩa và đi qua một điểm cách tâm đĩa một khoảng d = 5 cm. Chu kỳ dao động của con lắc tại nơi có gia tốc trọng trường g = 10 m/s$^2$ là

A. 2,18 s B. 1,26 s C. 1,78 s D. 3,25 s

**Câu 4.11.** Con lắc vật lí thực hiện dao động nhỏ với chu kỳ T. Nếu treo con lắc này vào trần một thang máy chuyển động nhanh dần đều đi lên với gia tốc $\frac{1}{2}g$ thì chu kỳ dao động mới của nó sẽ là

A. T B. $T\sqrt{\frac{2}{3}}$ C. $T\sqrt{\frac{3}{2}}$ D. $\frac{2}{3}T$

# Chủ đề 5. CÁC LOẠI DAO ĐỘNG

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

**1. Dao động:** Là chuyển động qua lại quanh một vị trí cân bằng.

**2. Các loại dao động:**

a) *Dao động tuần hoàn:* Là dao động mà trạng thái chuyển động của vật lặp lại như cũ sau những khoảng thời gian bằng nhau.

b) *Dao động điều hoà:* Là dao động mà phương trình của nó được mô tả bởi định luật dạng cos hoặc sin:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi) \text{ hoặc } x = A\sin(\omega t + \varphi)$$

c) *Dao động tự do:* Là dao động có chu kỳ chỉ phụ thuộc vào đặc tính riêng của hệ, không phụ thuộc vào yếu tố bên ngoài.

d) *Dao động tắt dần:* Là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian. Dao động tắt dần xảy ra khi có ma sát. Ma sát lớn thì dao động tắt dần càng nhanh, ma sát nhỏ thì dao động tắt dần càng chậm.

e) *Dao động cưỡng bức:* Là dao động của một hệ xảy ra dưới tác dụng của ngoại lực biến thiên tuần hoàn theo thời gian: $F = F_0\cos\Omega t$

– Đặc điểm: Sau giai đoạn chuyển tiếp thì dao động cưỡng bức có tần số bằng tần số của ngoại lực và có biên độ phụ thuộc biên độ của ngoại lực và sự quan hệ giữa tần số f của ngoại lực với tần số riêng $f_0$ của hệ.

– Hiện tượng cộng hưởng: Là hiện tượng biên độ dao động cưỡng bức tăng nhanh đến một giá trị cực đại khi tần số của lực cưỡng bức đúng bằng tần số riêng của hệ dao động ($f = f_0$).

*f)* *Dao động duy trì:* Là dao động được bù thêm năng lượng mất mát mà không làm thay đổi chu kỳ riêng của nó.

**3. Phân biệt dao động cưỡng bức và dao động duy trì:**

* *Giống nhau*

– Đều xảy ra dưới tác dụng của ngoại lực.

– Dao động cưỡng bức khi cộng hưởng cũng có tần số bằng tần số riêng của hệ dao động.

* *Khác nhau:*

| Dao động cưỡng bức | Dao động duy trì |
|---|---|
| – Ngoại lực là bất kỳ, độc lập đối với hệ. | – Lực được điều khiển bởi chính dao động ấy qua một cơ cấu nào đó. |
| – Sau giai đoạn chuyển tiếp thì dao động cưỡng bức có tần số bằng tần số f của ngoại lực. | – Dao động với tần số đúng bằng tần số riêng $f_0$ của hệ. |
| – Biên độ phụ thuộc vào biên độ của ngoại lực, ma sát và hiệu tần số ngoại lực cưỡng bức và tần số riêng của hệ $\|f - f_0\|$. | – Biên độ không thay đổi |

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 1.** Vật nặng trong con lắc lò xo có m = 100 g, khi vật đang ở vị trí cân bằng người ta truyền cho nó một vận tốc ban đầu 2 m/s. Do ma sát vật dao động tắt dần. Nhiệt lượng toả ra môi trường khi dao động tắt hẳn là

A. 200 J. B. 0,2 J. C. 0,1 J. D. 0,02 J.

**Hướng dẫn giải:**

Nếu chuyển hoá hoàn toàn thành nhiệt thì nhiệt lượng toả ra môi trường khi dao động tắt hẳn chính là cơ năng của con lắc.

$$Q = E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = \frac{1}{2}.0,1.2^2 = 0,2 \text{ (J)}$$

Chọn phương án B.

**Thí dụ 2.** Một con lắc lò xo gồm viên bi nhỏ khối lượng m và lò xo khối lượng không đáng kể có độ cứng 10 N/m. Con lắc dao động cưỡng bức dưới tác dụng của ngoại lực tuần hoàn có tần số góc Ω. Biết biên độ của ngoại lực tuần hoàn không thay đổi. Khi thay đổi Ω thì biên độ dao động của viên bi thay đổi và khi Ω = 10 rad/s thì biên độ dao động của viên bi đạt giá trị cực đại. Khối lượng m của viên bi bằng

A. 40 gam B. 10 gam C. 120 gam D. 100 gam

**Hướng dẫn giải:**

Biên độ dao động của viên bi đạt giá trị cực đại khi tần số góc $\omega_F$ của ngoại lực bằng tần số góc riêng của con lắc: $\Omega = \omega \Rightarrow \omega = 10$ rad/s

Mặt khác: $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} \Rightarrow m = \dfrac{k}{\omega^2} = \dfrac{10}{10^2} = 0,1\ (kg) = 100\ (g)$

Chọn phương án D.

# C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 5.1.** Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về dao động

A. Dao động điều hòa có biên độ giảm dần theo thời gian.

B. Tần số tỉ lệ thuận với chu kì dao động.

C. Chu kì dao động tỉ lệ thuận với biên độ.

D. Biên độ dao động là giá trị cực đại của li độ.

**Câu 5.2.** Thế nào là một dao động tự do?

A. Là một dao động tuần hoàn.

B. Là dao động mà chu kì chỉ phụ thuộc vào các đặc tính riêng của hệ, không phụ thuộc vào yếu tố bên ngoài.

C. Là dao động điều hoà.

D. Là dao động không chịu tác dụng của lực bên ngoài.

**Câu 5.3.** Hãy chọn câu **đúng**.

A. Dao động của hệ chịu tác dụng của ngoại lực tuần hoàn là dao động tự do.

B. Chuyển động của con lắc đơn luôn luôn được coi là dao động tự do.

C. Chu kì dao động điều hoà của hệ phụ thuộc vào biên độ dao động.

D. Chu kì của hệ dao động tự do không phụ thuộc vào các yếu tố bên ngoài.

**Câu 5.4.** Chọn câu **đúng** khi nói về dao động tự do.

A. Khi được kích thích vật dao động tự do sẽ dao động theo chu kì riêng.

B. Chu kì của dao động tự do phụ thuộc vào các yếu tố bên ngoài.

C. Vận tốc của dao động tự do biến đổi đều theo thời gian.

D. Dao động tự do có biên độ không phụ thuộc vào cách kích thích.

**Câu 5.5.** Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về dao động cơ học?

A. Dao động tắt dần có biên độ giảm dần theo thời gian.

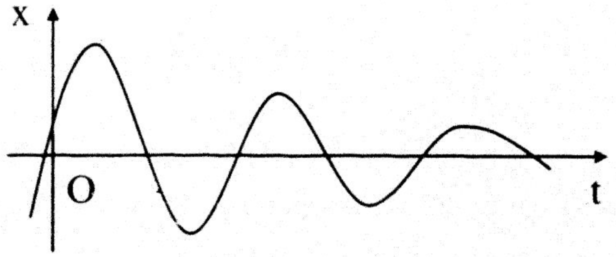
B. Dao động tắt dần có cơ năng không đổi theo thời gian.

C. Tần số của dao động cưỡng bức bằng tần số của ngoại lực cưỡng bức.

D. Khi tần số của ngoại lực cưỡng bức bằng tần số dao động riêng của hệ dao động thì xảy ra cộng hưởng.

**Câu 5.6.** Đồ thị hình 5.1 mô tả loại dao động nào?

A. Tuần hoàn. B. Điều hoà. C. Tắt dần. D. Duy trì.




Hình 2.23

**Câu 5.7.** Dao động cơ học của con lắc vật lí trong đồng hồ quả lắc khi đồng hồ chạy đúng là dao động

A. duy trì B. tắt dần C. cưỡng bức D. tự do

**Câu 5.8.** Câu nào dưới đây là SAI khi nói về dao động tắt dần?

A. Dao động tắt dần do ma sát hoặc do sức cản của môi trường.

B. Tần số dao động càng lớn thì sự tắt dần càng chậm.

C. Lực cản càng lớn thì sự tắt dần càng nhanh.

D. Lực cản sinh công làm tiêu hao dần năng lượng dao động.

**Câu 5.9.** Nhận định nào sau đây SAI khi nói về dao động cơ học tắt dần ?

A. Trong dao động tắt dần, cơ năng giảm dần theo thời gian.

B. Lực ma sát càng lớn thì dao động tắt càng nhanh.

C. Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.

D. Dao động tắt dần có động năng giảm dần còn thế năng biến thiên điều hoà.

**Câu 5.10.** Trong những trường hợp sau, trường hợp nào sự tắt dần nhanh là có lợi?

A. Con lắc lò xo trong phòng thí nghiệm.

B. Quả lắc đồng hồ.

C. Khung xe sau khi qua ổ gà.

D. Sự của cái cầu khi có xe chạy qua.

**Câu 5.11.** Ba con lắc đơn cùng chiều dài mang ba quả cầu cùng kích thước làm bằng gỗ, thép và chì. Kéo các quả cầu lệch khỏi phương thẳng đứng một góc $\alpha_0$ rồi thả nhẹ ra cho chúng dao động. Do lực cản của không khí, các con lắc này sẽ dao động tắt dần. Con lắc nào sẽ dừng lại sau cùng?

A. Con lắc có quả cầu bằng gỗ.

B. Con lắc có quả cầu bằng thép.

C. Con lắc có quả cầu bằng chì.

D. Cả ba con lắc sẽ dừng lại cùng lúc.

**Câu 5.12.** Điều nào sau đây là **sai** khi nói về dao động cưỡng bức

A. Dao động cưỡng bức không bị tắt dần.

B. Biên độ dao động cưỡng bức không phụ thuộc ma sát.

C. Cộng hưởng cơ chỉ xảy ra trong dao động cưỡng bức.

D. Dao động cưỡng bức có hại và cũng có lợi.

**Câu 5.13.** Phát biểu nào sau đây về dao động cưỡng bức là **đúng**?

A. Tần số của dao động cưỡng bức là tần số riêng của hệ.

B. Biên độ của dao động cưỡng bức là biên độ của ngoại lực tuần hoàn.

C. Tần số của dao động cưỡng bức là tần số của ngoại lực tuần hoàn.

D. Biên độ của dao động cưỡng bức chỉ phụ thuộc vào tần số của ngoại lực tuần hoàn.

**Câu 5.14.** Trong dao động cơ học, khi nói về vật dao động cưỡng bức (giai đoạn đã ổn định), phát biểu nào sau đây là **đúng**?

A. Biên độ của dao động cưỡng bức luôn bằng biên độ của ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật.

B. Chu kì của dao động cưỡng bức luôn bằng chu kì dao động riêng của vật.

C. Biên độ của dao động cưỡng bức chỉ phụ thuộc vào tần số của ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật.

D. Chu kì của dao động cưỡng bức bằng chu kì của ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật.

**Câu 5.15.** Phát biểu nào sau đây là **SAI** khi nói về dao động cơ học?

A. Biên độ dao động cưỡng bức của một hệ cơ học khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng (sự cộng hưởng) không phụ thuộc vào lực cản của môi trường.

B. Tần số dao động tự do của một hệ cơ học là tần số dao động riêng của hệ ấy.

C. Tần số dao động cưỡng bức của một hệ cơ học bằng tần số của ngoại lực điều hoà tác dụng lên hệ ấy.

D. Hiện tượng cộng hưởng (sự cộng hưởng) xảy ra khi tần số của ngoại lực điều hòa bằng tần số dao động riêng của hệ.

**Câu 5.16.** Khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng cơ thì vật tiếp tục dao động

A. với tần số bằng tần số dao động riêng.

B. với tần số nhỏ hơn tần số dao động riêng.

C. với tần số lớn hơn tần số dao động riêng.

D. mà không chịu ngoại lực tác dụng.

**Câu 5.17.** Chọn câu trả lời SAI?

A. Khi có cộng hưởng, biên độ dao động đạt cực đại.

B. Dao động tự do có tần số bằng tần số riêng.

C. Trong thực tế mọi dao động tự do là dao động tắt dần.

D. Sự cộng hưởng luôn có hại trong khoa học, kĩ thuật và đời sống.

**Câu 5.18.** Phát biểu nào sau đây là SAI khi nói về hiện tượng cộng hưởng?

A. Hiện tượng cộng hưởng làm cho vỏ máy bị rung mạnh, trục máy bị gãy,....

B. Nhờ hiện tượng cộng hưởng, một người có thể đẩy nhịp nhàng đúng nhịp là đổ cả một bức tường.

C. Đã có trường hợp đội quân đi qua cầu làm sập gãy cầu, nguyên nhân là do đội quân đông người quá và dậm chân quá mạnh.

D. Hộp đàn ghi ta có hình thù phức tạp, chỗ to chỗ nhỏ có thể cộng hưởng được nhiều âm tần số khác nhau.

**Câu 5.19.** Một vật khối lượng m treo vào lò xo có độ cứng k. Kích thích cho vật dao động với biên độ 3 cm thì chu kỳ dao động của nó là T = 0,3 s. Nếu kích thích cho vật dao động với biên độ 6 cm thì chu kì dao động của nó là.

A. 0,3 s. B. 0,15 s. C. 0,6 s. D. 0,173 s.

**Câu 5.20.** Một con lắc lò xo dao động tắt dần. Cứ sau mỗi chu kỳ thì biên độ của nó giảm đi 5%. Tỷ lệ cơ năng của con lắc bị mất đi trong một dao động là

A. 5% B. 19 % C. 25 % D. 10 %

**Câu 5.21.** Một con lắc lò xo đang dao động tắt dần. Cơ năng ban đầu của nó là 5 J. Sau ba chu kỳ dao động thì biên độ của nó giảm đi 20%. Phần cơ năng của con lắc chuyển hoá thành nhiệt năng tính trung bình trong mỗi chu kỳ dao động của nó là

A. 0,33 J B. 0,6 J C. 1 J D. 0,5 J

**Câu 5.22.** Một chiếc xe chạy trên con đường lát gạch, cứ sau 15 m trên đường lại có một rãnh nhỏ. Biết chu kì dao động riêng của khung xe trên các lò xo giảm xóc là 1,5 s. Vận tốc xe bằng bao nhiêu thì xe bị xóc mạnh nhất?

A. 54 km/h. B. 27 km/h. C. 34 km/h. D. 36 km/h.

**Câu 5.23.** Một con lắc đơn có độ dài $l$ = 16 cm được treo trong toa tàu ở ngay vị trí phía trên của trục bánh xe. Chiều dài mỗi thanh ray là 12m. Lấy $g = 10\ m/s^2$ và $\pi^2 = 10$, coi tàu chuyển động đều. Con lắc sẽ dao động mạnh nhất khi vận tốc đoàn tàu là.

A. 15 m/s. B. 1,5 cm/s. C. 1,5 m/s. D. 15 cm/s.

**Câu 5.24.** Một người bước đi đều xách một xô nước. Nước trong xô sóng sánh qua lại có thể coi là dao động với chu kỳ riêng $T_0$ = 0,9 s. Mỗi bước của người dài $l$ = 60 cm. Muốn nước trong xô không văng tung toé ra thì tốc độ bước của người phải như thế nào?

A. bằng 2,4 km/h B. khác 2,4 km/h

C. bằng 4,8 km/h D. khác 4,8 km/h

**Câu 5.25.** Một đoàn xe lửa chạy đều. Các chỗ nối giữa hai đường ray tác dụng một kích động vào các toa tàu coi như ngoại lực. Khi tốc độ tàu là 36 km/h thì đèn treo ở trần toa xem như con lắc có chu kỳ $T_0$ = 1,3 s rung lên mạnh. Chiều dài mỗi đường ray là

A. 9 m B. 13 m C. 15 m D. 18 m

# Chủ đề 6. TỔNG HỢP CÁC DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ CÙNG PHƯƠNG, CÙNG TẦN SỐ

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Xét chất điểm tham gia đồng thời 2 dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số với phương trình: $x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$ và $x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$

Khi đó dao động tổng hợp sẽ có biểu thức: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)} \quad (*)$$

$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} \qquad (\varphi_1 \le \varphi \le \varphi_2)$$

Từ (*) suy ra:

– Với mọi trường hợp: $|A_1 - A_2| \le A \le A_1 + A_2$

– **Khi $x_1$ và $x_2$ cùng pha $(\varphi_2 - \varphi_1 = k2\pi)$: $A = A_{max} = A_1 + A_2$**

– **Khi $x_1$ và $x_2$ ngược pha $(\varphi_2 - \varphi_1 = \pi + k2\pi)$: $A = A_{min} = |A_1 - A_2|$**

***Lưu ý:*** **Khi hai dao động thành phần có cùng pha ban đầu $\varphi_1 = \varphi_2$ hoặc cùng biên độ $A_1 = A_2 = A$ thì ta có thể sử dụng công thức lượng giác để viết ngay phương trình của dao động tổng hợp:**

– **Khi $\varphi_1 = \varphi_2$: $x = x_1 + x_2 = A_1\cos(\omega t + \varphi) + A_2\cos(\omega t + \varphi)$**

$$\Rightarrow x = (A_1 + A_2)\cos(\omega t + \varphi)$$

– **Khi $A_1 = A_2 = A$: $x = x_1 + x_2 = A\cos(\omega t + \varphi_1) + A\cos(\omega t + \varphi_2)$**

$$\Rightarrow x = 2A\cos\left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}\right).\cos\left(\omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)$$

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 6.1.** Một chất điểm tham gia đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, có phương trình lần lượt là $x_1 = 2.\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm và $x_2 = \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm. Phương trình của dao động tổng hợp là:

A. $x = \sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})$ cm B. $x = \cos(100\pi t - \frac{\pi}{3})$ cm

C. $x = \sqrt{3}\cos(10t - \frac{\pi}{3})$ cm D. $x = \sqrt{3}\cos(10t - \frac{\pi}{6})$ cm

**Hướng dẫn giải:**

Ta có:

$$x_2 = \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) cm = -\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{2}\right) = -\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right) cm$$

$$\Rightarrow x = x_1 + x_2 = \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right) cm$$

Chọn phương án B.

**Thí dụ 6.2.** Một chất điểm tham gia đồng thời 3 dao động điều hoà cùng phương, có phương trình lần lượt là $x_1 = 3\cos 10t$ cm;

$x_2 = 2\sqrt{3}\cos(10t + \frac{\pi}{2})$ cm và $x_3 = 2\sqrt{3}\cos(10t + \frac{5\pi}{6})$ cm. Phương trình dao động tổng hợp là:

A. $x = 3\sqrt{2}\cos(10t + \frac{\pi}{6})$ cm
B. $x = 3\cos(10t + \frac{\pi}{2})$ cm

C. $x = 3\sqrt{3}\cos(10t + \frac{\pi}{2})$ cm
D. $x = 3\sqrt{3}\cos(10t - \frac{\pi}{2})$ cm

**Hướng dẫn giải:**

Ở bài này, hai dao động thành phần $x_2$ và $x_3$ có cùng biên độ dao động nên để đơn giản ta tiến hành tìm dao động tổng hợp $x_{23}$ của $x_2$ và $x_3$ trước, sau đó mới tìm dao động tổng hợp x của $x_1$ và $x_{23}$.

Ta có: $x_{23} = x_2 + x_3 = 2\sqrt{3}\cos\left(10t + \frac{\pi}{2}\right) + 2\sqrt{3}\cos\left(10t + \frac{5\pi}{6}\right)$

$$= 4\sqrt{3}\cos\frac{\pi}{6}.\cos\left(10t + \frac{2\pi}{3}\right) = 6\cos\left(10t + \frac{2\pi}{3}\right)(cm)$$

Gọi $x = x_1 + x_2 + x_3 \Rightarrow x = x_1 + x_{23}$

x có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ cm. Trong đó:

Tần số góc: $\omega = 10$ rad/s

Biên độ: $A = \sqrt{A_1^2 + A_{23}^2 + 2A_1A_{23}\cos(\varphi_{23} - \varphi_1)}$

$$\Rightarrow A = \sqrt{3^2 + 6^2 + 2.3.6.\cos\frac{2\pi}{3}} = 3\sqrt{3} \text{ (cm)}$$

Pha ban đầu: $\tan\varphi = \dfrac{A_1\sin\varphi_1 + A_{23}\sin\varphi_{23}}{A_1\cos\varphi_1 + A_{23}\cos\varphi_{23}}$

$$\Rightarrow \tan\varphi = \frac{3\sin 0 + 6\sin\frac{2\pi}{3}}{3\cos 0 + 6\cos\frac{2\pi}{3}} = \infty \Rightarrow \left[\begin{array}{l}\varphi = -\frac{\pi}{2}\\ \varphi = \frac{\pi}{2}\end{array}\right.$$

Vì $\varphi_1 \le \varphi \le \varphi_{23}$ nên $\varphi = \frac{\pi}{2}$

Vậy phương trình dao động tổng hợp là: $x = 3\sqrt{3}\cos(10t + \frac{\pi}{2})$ cm.

Chọn đáp án C.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 6.1.** Một vật tham gia đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số: $x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$ và $x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$. Biên độ của dao động tổng hợp là

A. $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$

B. $A = A_1 + A_2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

C. $A = A_1 + A_2 - 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

D. $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$

**Câu 6.2.** Chất điểm tham gia 2 dao động điều hoà cùng phương với phương trình $x_1 = A_1.\cos(\omega t + \varphi_1)$ và $x_2 = A_2.\cos(\omega t + \varphi_2)$. Pha ban đầu của dao động tổng hợp được xác định theo công thức nào trong các công thức dưới đây?

A. $\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 - A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 - A_2\cos\varphi_2}$

B. $\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$

C. $\tan\varphi = \frac{A_1\cos\varphi_1 - A_2\cos\varphi_2}{A_1\sin\varphi_1 - A_2\sin\varphi_2}$

D. $\tan\varphi = \frac{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}$

**Câu 6.3.** Chất điểm tham gia 2 dao động điều hoà cùng phương với phương trình $x_1 = A_1.\cos(\omega t + \varphi_1)$ và $x_2 = A_2.\cos(\omega t + \varphi_2)$. Biên độ dao động tổng hợp có giá trị cực đại khi độ lệch pha của hai dao động thành phần có giá trị nào sau đây là đúng?

A. $\varphi_2 - \varphi_1 = (2k + 1)\pi$ B. $\varphi_2 - \varphi_1 = 2k\pi$

C. $\varphi_2 - \varphi_1 = (k + \frac{1}{2})\pi$ D. $\varphi_2 - \varphi_1 = (2k + \frac{1}{2})\pi$

**Câu 6.4.** Chất điểm tham gia 2 dao động điều hoà cùng phương với phương trình: $x_1 = A_1.\cos(\omega t+\varphi_1)$ và $x_2 = A_2.\cos(\omega t+\varphi_2)$. Kết luận nào sau đây là SAI khi nói về biên độ của dao động tổng hợp?

A. $A = A_1 + A_2$ nếu $\varphi_2 - \varphi_1 = 2k\pi$

B. $A = A_1 - A_2$ nếu $\varphi_2 - \varphi_1 = (2k+1)\pi$

C. $A_1 + A_2 > A > |A_1 - A_2|$ với mọi giá trị của $\varphi_1, \varphi_2$

D. $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$

**Câu 6.5.** Hai dao động điều hoà cùng phương có phương trình $x_1 = 3\cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$cm và $x_2 = 4\cos\left(\pi t - \dfrac{\pi}{3}\right)$cm. Hai dao động này

A. lệch pha nhau một góc $\dfrac{2\pi}{3}$ B. ngược pha

C. cùng pha D. lệch pha nhau một góc $\dfrac{\pi}{3}$

**Câu 6.6.** Hai dao động điều hoà cùng phương có phương trình $x_1 = A\cos\left(\omega t + \dfrac{\pi}{3}\right)$ và $x_2 = A\cos\left(\omega t - \dfrac{2\pi}{3}\right)$ là 2 dao động

A. ngược pha B. cùng pha

C. lệch pha $\pi/2$ D. lệch pha $\pi/3$

**Câu 6.7.** Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số có các phương trình dao động là $x_1 = 5\cos(\omega t + \varphi_1)$ cm và $x_2 = 8\cos(\omega t + \varphi_2)$ cm. Biên độ dao động tổng hợp không thể là giá trị nào sau đây?

A. 4 cm B. 6 cm C. 10 cm D. 14 cm

**Câu 6.8.** Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình $x_1 = 3\cos\left(4\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$cm và $x_2 = 3\cos\left(4\pi t - \dfrac{\pi}{6}\right)$cm.

Dao động tổng hợp của vật có phương trình:

A. $x = 3\sqrt{2}\cos\left(4\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$cm B. $x = 3\cos\left(4\pi t + \dfrac{\pi}{6}\right)$cm

C. $x = 3\sqrt{2}\cos\left(4\pi t + \dfrac{\pi}{12}\right)$cm D. $x = 3\sqrt{2}\cos\left(4\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)$cm

**Câu 6.9.** Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số. Biết phương trình của dao động thứ nhất là $x_1 = 5\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm và phương trình của dao động tổng hợp là $x = 3\sin\left(\pi t + \frac{7\pi}{6}\right)$ cm. Phương trình của dao động thứ hai là:

A. $x_2 = 2\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm  B. $x_2 = 8\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm

C. $x_2 = 8\sin\left(\pi t + \frac{7\pi}{6}\right)$ cm  D. $x_2 = 2\sin\left(\pi t + \frac{7\pi}{6}\right)$ cm

**Câu 6.10.** Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số. Biết phương trình của dao động thứ nhất là $x_1 = 3\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm và phương trình của dao động tổng hợp là $x = 5\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm. Phương trình của dao động thứ hai là:

A. $x_2 = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm  B. $x_2 = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm

C. $x_2 = 8\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm.  D. $x_2 = 8\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm.

**Câu 6.11.** Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số. Biết phương trình của dao động thứ nhất là $x_1 = 3\cos 5\pi t$ cm và phương trình của dao động tổng hợp là $x = 3\sqrt{3}\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm. Phương trình của dao động thứ hai là:

A. $x_2 = 6\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm  B. $x_2 = 6\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ cm

C. $x_2 = 6\cos\left(5\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$ cm  D. $x_2 = 6\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm

**Câu 6.12.** Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, có phương trình dao động lần lượt là $x_1 = A_1\cos\left(20t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm và $x_2 = 3\cos\left(20t + \frac{5\pi}{6}\right)$ cm. Biết rằng vận tốc cực đại của vật trong quá trình dao động là $v_{max} = 140$ cm/s. Biên độ dao động $A_1$ là:

A. 6 cm  B. 8 cm  C. 12 cm  D. 14 cm

**Câu 6.13.** Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số có phương trình: $x_1 = 2\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm và $x_2 = 2\cos 5\pi t$ cm. Vận tốc của vật tại thời điểm t = 2 s là:

A. $v = 10\pi$ cm/s B. $v = -10\pi$ cm/s

C. $v = \pi$ cm/s D. $v = -\pi$ cm/s

**Câu 6.14.** Hai dao động điều hòa cùng phương có phương trình lần lượt là $x_1 = 4\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ cm và $x_2 = 4\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm. Dao động tổng hợp của hai dao động này có biên độ là

A. $4\sqrt{3}$ cm B. $2\sqrt{7}$ cm C. $2\sqrt{3}$ cm D. $2\sqrt{3}$ cm

**Câu 6.15.** Hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số, có phương trình là $x_1 = 6\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$cm và $x_2 = 8\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$cm. Dao động tổng hợp của hai dao động này có biên độ

A. 2 cm. B. 14 cm. C. 7 cm. D. 10 cm

**Câu 6.16.** Hai dao động điều hòa cùng phương có phương trình lần lượt là: $x_1 = 3\cos 5\pi t$ (cm) và $x_2 = 4\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(cm). Dao động tổng hợp của 2 dao động này có biên độ là:

A . 7 cm B. 1 cm C. 5 cm D.3,5 cm

**Câu 6.17.** Cho 2 dao động điều hòa cùng phương cùng tần số, cùng biên độ và có pha ban đầu là $\frac{\pi}{3}$ và $-\frac{\pi}{6}$. Pha ban đầu của dao động tổng hợp hai dao động trên bằng

A. $-\frac{\pi}{2}$ B. $\frac{\pi}{4}$ C. $\frac{\pi}{6}$ D. $\frac{\pi}{12}$.

**Chương III**

# SÓNG CƠ HỌC

*Các dạng toán thường gặp*

*1. Đại cương về sóng và viết phương trình sóng*
*2. Giao thoa sóng*
*3. Sóng dừng*
*4. Sóng âm*
*5. Hiệu ứng Đốp – Ple*

## Dạng 1. ĐẠI CƯƠNG VỀ SÓNG VÀ VIẾT PHƯƠNG TRÌNH SÓNG

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

**1. Các đại lượng đặc trưng của sóng**

– ***Chu kì, tần số sóng:*** Tất cả các phần tử của môi trường đều dao động với chu kì và tần số bằng chu kì và tần số của nguồn dao động.

$$T = \frac{1}{f}$$

– ***Biên độ sóng:*** Biên độ sóng tại mỗi điểm trong không gian chính là biên độ dao động của phần tử môi trường tại điểm đó.

– ***Bước sóng:*** Là quãng đường mà sóng truyền đi được trong một chu kỳ dao động.

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm gần nhất trên phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó là cùng pha.

– ***Tốc độ truyền sóng:*** $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{x}{\Delta t}$

(x là quãng đường mà sóng truyền đi được trong thời gian $\Delta t$)

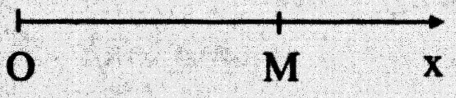
– ***Năng lượng sóng:*** Quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng. Năng lượng sóng tỷ lệ với bình phương biên độ dao động.

**2. Phương trình sóng**

Giả sử sóng được truyền từ nguồn O theo phương Ox với biểu thức sóng tại nguồn O là: $u_O(t) = A\cos\omega t = A\cos\frac{2\pi}{T}t$

Xét tại điểm M là nằm trên phương truyền sóng và có toạ độ x.

**** Nếu x > 0 (M nằm sau O):***



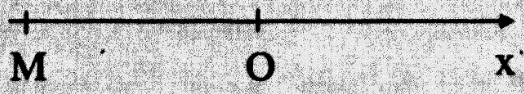

Thời gian sóng truyền từ O tới M là: $t_0 = \frac{x}{v}$

⇒ Biểu thức sóng tại M vào thời điểm t sẽ giống biểu thức sóng tại O vào thời điểm $t - t_0$:

$$u_M(t) = u_O(t - t_0) = A\cos\left[\frac{2\pi}{T}(t - t_0)\right]$$

$$= A\cos\left[\frac{2\pi}{T}(t - \frac{x}{v})\right] = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

**** Nếu x < 0 (M nằm trước O):***

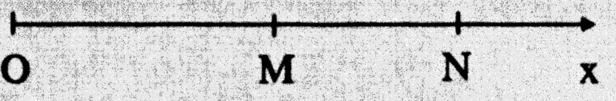



Tương tự viết được biểu thức sóng tại M :

$$u_M(t) = A\cos\left[\frac{2\pi}{T}(t + \frac{x}{v})\right] = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

**3. Lưu ý quan trọng**

Gọi M và N là hai điểm cùng nằm trên phương truyền sóng và có toạ độ lần lượt là $x_1$ và $x_2$. cách nhau nhau một khoảng d.




– Biểu thức sóng tại M: $u_M(t) = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi x_1}{\lambda}\right)$

– Biểu thức sóng tại N: $u_N(t) = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi x_2}{\lambda}\right)$

⇒ Độ lệch pha giữa M và N: $\Delta\varphi = \frac{2\pi|x_2 - x_1|}{\lambda} = \frac{2\pi d}{\lambda}$

($d = |x_2 - x_1|$ là khoảng cách giữa M và N)

Như vậy, độ lệch pha giữa hai điểm cùng nằm trên phương truyền sóng và cách nhau một khoảng d là $\Delta\varphi = \dfrac{2\pi|x_2 - x_1|}{\lambda} = \dfrac{2\pi d}{\lambda}$.

– M và N dao động cùng pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = k2\pi \Leftrightarrow d = k\pi$ (k = 0, 1, 2,...)

– M và N dao động ngược pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = \pi + k2\pi \Leftrightarrow d = \left(k + \dfrac{1}{2}\right)\pi$ (k = 0, 1, 2,...)

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 1.1.** Một sóng cơ lan truyền trên một phương truyền sóng với vận tốc 1 m/s. Phương trình sóng của một điểm O trên phương truyền sóng đó là $u_O = 3\cos\pi t$ cm. Phương trình sóng tại một điểm M nằm sau và cách O một khoảng 25 cm là:

A. $u_M = 3\cos\left(\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)$cm B. $u_M = 3\cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)$cm

C. $u_M = 3\cos\left(\pi t - \dfrac{\pi}{4}\right)$cm D. $u_M = 3\cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)$cm

**Hướng dẫn giải:**

Từ phương trình dao động của O suy ra ω = π rad/s

$\Rightarrow$ Chu kỳ: $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi}{\pi} = 2$ (s)

Bước sóng: $\lambda = vT = 1.2 = 2$ (m)

$\Rightarrow$ Phương trình dao động tại M:

$$u_M = 3\cos\left(\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)\text{cm} = 3\cos\left(\pi t - \frac{2\pi.0,25}{2}\right)\text{cm} = 3\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{4}\right)\text{cm}$$

Chọn phương án C.

**Thí dụ 1.2.** Một dây đàn hồi rất dài có đầu S dao động với tần số f có giá trị trong khoảng từ 22 Hz đến 26 Hz và theo phương vuông góc với sợi dây. Vận tốc truyền sóng trên dây là 3 m/s. Một điểm M trên dây và cách S một đoạn 28 cm, người ta thấy M luôn dao động lệch pha với S một góc $\Delta\varphi = (2k+1)\dfrac{\pi}{2}$ với $k = 0, \pm 1, \pm 2,$. Tần số dao động của sợi dây là

A. 12 Hz B. 24 Hz. C. 32 Hz. D. 38 Hz.

**Hướng dẫn giải:**

Độ lệch pha giữa M và S được tính: $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi df}{v}$

$\Rightarrow \frac{2\pi df}{v} = (2k+1)\frac{\pi}{2} \Leftrightarrow f = (2k+1)\frac{v}{4d}$

Thay số ta được: $f = (2k+1)\frac{300}{4.28} = (2k+1)\frac{75}{28}$ (Hz) (*)

Vì $22\,Hz \le f \le 26\,Hz$ nên $22 \le (2k+1)\frac{75}{28} \le 26 \Leftrightarrow 3,6 \le k \le 4,4$

Vì $k \in Z$ nên suy ra k = 4.

Thay vào (*) $\Rightarrow f = (2k+1)\frac{75}{28} = (2.4+1)\frac{75}{28} \approx 24$ (Hz) (*)

Chọn phương án B.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 1.1.** Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về quá trình truyền sóng

A. Quá trình truyền sóng là quá trình truyền dao động trong môi trường đàn hồi.

B. Quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng.

C. Quá trình truyền sóng là quá trình truyền pha dao động.

D. Quá trình truyền sóng là quá trình truyền các phần tử vật chất.

**Câu 1.2.** Phát biểu nào sau đây là SAI khi nói về quá trình truyền sóng

A. Quá trình truyền sóng là quá trình truyền pha dao động.

B. Quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng.

C. Sóng truyền đi mang theo vật chất của môi trường.

D. Sóng truyền đi không tức thời.

**Câu 1.3.** Điều nào sau đây là **sai** khi nói về năng lượng của sóng

A. Quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng

B. Trong khi sóng truyền đi thì năng lượng vẫn không truyền đi vì nó là đại lượng bảo toàn

C. Đối với sóng truyền từ một nguồn điểm trên mặt phẳng, năng lượng sóng giảm tỷ lệ với quãng đường truyền sóng.

D. Đối với sóng truyền từ một nguồn điểm trong không gian, năng lượng sóng giảm tỷ lệ với bình phương quãng đường truyền sóng.

**Câu 1.4.** Điều nào sau đây là đúng khi nói về vận tốc truyền sóng?

A. Vận tốc truyền sóng là vận tốc truyền pha dao động.

B. Vận tốc truyền sóng là vận tốc dao động của các phần tử vật chất môi trường.

C. Vận tốc truyền sóng là vận tốc dao động của nguồn sóng.

D. Cả A và B.

**Câu 1.5.** Vận tốc truyền sóng phụ thuộc vào yếu tố nào sau đây?

A. môi trường truyền sóng

B. tần số dao động của nguồn sóng.

C. chu kỳ dao động của nguồn sóng.

D. biên độ dao động của nguồn sóng.

**Câu 1.6.** Khoảng cách giữa hai điểm trên phương truyền sóng gần nhau nhất và dao động cùng pha với nhau gọi là

A. vận tốc truyền sóng. B. chu kỳ

C. tần số. D. bước sóng.

**Câu 1.7.** Công thức nào sau đây biểu diễn mối liên hệ giữa bước sóng λ, vận tốc truyền sóng v, chu kì T và tần số f của một sóng?

A. $f = \frac{1}{T} = \frac{v}{\lambda}$ B. $v = \frac{1}{f} = \frac{T}{\lambda}$ C. $\lambda = \frac{T}{v} = \frac{f}{v}$ D. $\lambda = \frac{v}{T} = v.f$

**Câu 1.8.** Khi nói về sóng cơ, phát biểu nào dưới đây là **sai**?

A. Sóng ngang là sóng mà phương dao động của các phần tử vật chất nơi sóng truyền qua vuông góc với phương truyền sóng.

B. Khi sóng truyền đi, các phần tử vật chất nơi sóng truyền qua cùng truyền đi theo sóng.

C. Sóng cơ không truyền được trong chân không.

D. Sóng dọc là sóng mà phương dao động của các phần tử vật chất nơi sóng truyền qua trùng với phương truyền sóng.

**Câu 1.9.** Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về sóng ngang?

A. Là loại sóng có phương dao động nằm ngang

B. Là loại sóng có phương dao động vuông góc với phương truyền sóng.

C. Là loại sóng có phương dao động song song với phương truyền sóng.

D. Là loại sóng có phương nằm ngang và vuông góc với phương truyền sóng.

**Câu 1.10.** Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về sóng dọc?

A. Là loại sóng có phương dao động nằm ngang

B. Là loại sóng có phương dao động vuông góc với phương truyền sóng.

C. Là loại sóng có phương dao động song song với phương truyền sóng.

D. Là loại sóng có phương nằm ngang và vuông góc với phương truyền sóng.

**Câu 1.11.** Sóng ngang truyền được trong các môi trường

A. rắn và khí.
B. chất rắn và bề mặt chất lỏng.
C. rắn và lỏng.
D. cả rắn, lỏng và khí.

**Câu 1.12.** Sóng dọc truyền được trong trong các loại môi trường nào?

A. rắn và khí.
B. chất rắn và bề mặt chất lỏng.
C. rắn và lỏng.
D. cả rắn, lỏng và khí.

**Câu 1.13.** Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về sóng cơ học?

A. Sóng dọc chỉ truyền được trong chất khí.

B. Vận tốc truyền sóng không phụ thuộc vào môi trường mà phụ thuộc vào bước sóng.

C. Quá trình truyền sóng là quá trình truyền các phần tử vật chất môi trường từ nơi này đến nơi khác.

D. Sóng truyền trên mặt nước là sóng ngang.

**Câu 1.14.** Cho một nguồn sóng truyền trên mặt nước với phương trình dao động tại nguồn là $u = 5\sin 2\pi t\,(cm)$, biết rằng bước sóng $\lambda = 1{,}5\ m$. Chu kì sóng và vận tốc truyền sóng có giá trị bằng

A. T= 1 s và v = 1,5 m/s.
B. T = 1 s và v = 0,6 m/s.
C. T = 2 s và v = 0,6 m/s.
D. T = 2 s và v = 1,5 m/s.

**Câu 1.15.** Sóng truyền tại mặt chất lỏng với vận tốc truyền sóng 80 cm/s, khoảng cách giữa hai gợn sóng liên tiếp là 4 cm. Tần số của sóng là

A. 2 Hz.
B. 10 Hz.
C. 20 Hz.
D. 40 Hz.

**Câu 1.16.** Nguồn sóng trên mặt nước dao động với tần số f = 6 Hz. Biết khoảng cách giữa 5 gọn sóng liên tiếp là 60 cm. Vận tốc truyền sóng là

A. 40 cm/s.
B. 60 cm/s.
C. 80 cm/s.
D. 100 cm/s.

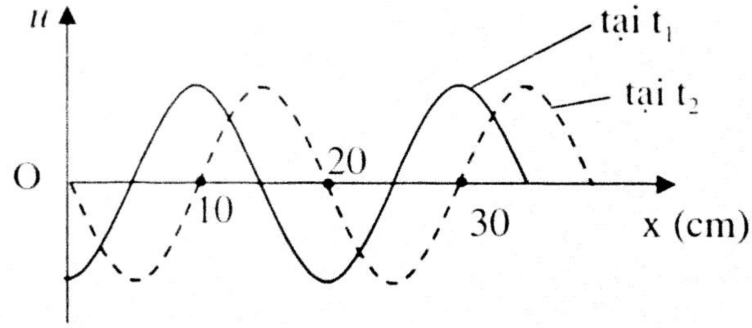
**Câu 1.17.** Một người quan sát một chiếc phao trên mặt biển thấy nó nhô cao lên 5 lần trong 8 giây và thấy khoảng cách hai ngọn sóng kề nhau là 0,2 m. Vận tốc truyền sóng biển bằng

A. 10 cm/s.
B. 20 cm/s.
C. 40 cm/s.
D. 60 cm/s.

**Câu 1.18.** Trên hình vẽ là đồ thị biểu diễn hình dạng của một sợi dây đàn hồi khi có sóng ngang truyền dọc theo chiều trùng với chiều dương của trục Ox tại hai thời điểm $t_1$, $t_2$ cách nhau 1 s ($t_2 > t_1$). Tìm vận tốc truyền sóng trên dây?

A. v = 2,5 cm/s　　　　B. v = 5 cm/s

C. v = 10 cm/s　　　　D. v = 30 cm/s




Hình 3.1

**Câu 1.19.** Một sóng cơ học có phương trình dao động tại một điểm M là $u = 4\sin\left(\frac{\pi}{6}t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm. Tại thời điểm $t_1$ li độ của M là $2\sqrt{3}$ cm. Li độ của điểm M sau đó 6 giây tiếp theo là

A. $-2\sqrt{3}$ cm　　B. $2\sqrt{3}$ cm.　　C. $-2$ cm.　　D. $\pm 2\sqrt{3}$ cm

**Câu 1.20.** Sóng truyền tại mặt chất lỏng với bước sóng 0,8 cm. Phương trình dao động tại nguồn O là $u_0 = 10\cos\omega t$ mm. Phương trình dao động tại điểm M cách O một đoạn 5,4 cm theo phương truyền sóng là

A. $u_M = 10\cos\left(\omega t - \frac{3\pi}{2}\right)$ mm　　B. $u_M = 10\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ mm

C. $u_M = 10\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ mm　　D. $u_M = 10\cos(\omega t - \pi)$ mm

**Câu 1.21.** Một dao động truyền từ S tới M với vận tốc v = 60 cm/s. Phương trình dao động tại M cách S một khoảng 2 cm ở thời điểm t là $u_M = A\cos(10\pi t + \pi/6)$ cm. Phương trình dao động tại S là:

A. $u_S = A\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm　　B. $u_S = A\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ cm

C. $u_S = A\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm　　D. $u_S = A\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm

**Câu 1.22.** Một nguồn sóng O truyền trên mặt nước. Xét điểm M trên mặt nước và cách nguồn O một khoảng d = 10 cm. Nếu chọn gốc thời gian để pha ban đầu của nguồn O bằng 0 thì pha dao động của M vào thời điểm t là $\varphi_M = 5\pi t - \frac{5\pi}{3}$ (với t tính bằng giây). Giá trị của vận tốc truyền sóng và bước sóng là:

A. $v = 8\ cm/s; \lambda = 12\ cm$.
B. $v = 30\ cm/s; \lambda = 12\ cm$.
C. $v = 60\ cm/s; \lambda = 24\ cm$.
D. $v = 45\ cm/s; \lambda = 15\ cm$.

**Câu 1.23.** Phương trình sóng trên sợi dây cho bởi biểu thức

$u = 2\sin\frac{\pi x}{4}\cos(\frac{3\pi t}{5} - \frac{5\pi}{6})$ cm. Trong đó x (m) là khoảng cách từ điểm khảo sát đến gốc toạ độ; t (s) là thời điểm khảo sát. Vận tốc truyền sóng trên dây là

A. v = 1,2 m/s B. v = 2,4 m/s C. v = 3,2 m/s D. v = 4,8 m/s

**Câu 1.24.** Một sóng cơ học có bước sóng λ truyền theo một đường thẳng từ điểm M đến điểm N. Biết khoảng cách MN = d. Độ lệch pha $\Delta\varphi$ của dao động tại hai điểm M và N là

A. $\Delta\varphi = \frac{\pi d}{2\lambda}$ B. $\Delta\varphi = \frac{\pi d}{\lambda}$ C. $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$ D. $\Delta\varphi = \frac{\pi d}{4\lambda}$

**Câu 1.25.** Một nguồn sóng O truyền trên mặt nước tới điểm M cách nó một khoảng x. Biết vận tốc truyền sóng là λ. Điều kiện để dao động tại M ngược pha với dao động tại nguồn O là

A. $x = k\lambda, k \in Z$.
B. $x = (2k+1)\frac{\lambda}{2}, k \in Z$.
C. $x = k\frac{\lambda}{2}, k \in Z$.
D. $x = 2k\lambda, k \in Z$.

**Câu 1.26.** Trên một phương truyền sóng, những điểm dao động cùng pha cách nhau một khoảng:

A. $\left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$ với k = 0, 1, 2,...
B. $\left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}$ với k = 0, 1, 2,...
C. $k\lambda$ với k = 0, 1, 2,...
D. $k\frac{\lambda}{2}$ với k = 0, 1, 2,...

**Câu 1.27.** Trên một phương truyền sóng, những điểm dao động ngược pha cách nhau một khoảng:

A. $\left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$ với k = 0, 1, 2,...
B. $\left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}$ với k = 0, 1, 2,...
C. $k\lambda$ với k = 0, 1, 2,...
D. $k\frac{\lambda}{2}$ với k = 0, 1, 2,...

**Câu 1.28.** Đầu A của một dây dài đàn hồi dao động theo phương thẳng đứng với tần số f = 5 Hz. Biết vận tốc truyền sóng trên dây v = 40 cm/s, khoảng cách giữa hai điểm gần nhất dao động ngược pha là

A. d = 100 cm  B. d = 8 cm.  C. d = 2 cm  D. d = 4 cm.

**Câu 1.29.** Mũi nhọn S chạm vào mặt nước dao động điều hoà với tần số f = 20 Hz. Thấy rằng 2 điểm A và B trên mặt nước cùng nằm trên phương truyền sóng cách nhau một khoảng d = 10 cm luôn dao động ngược pha. Tính vận tốc truyền sóng? Biết rằng vận tốc đó chỉ vào cỡ 0,7 m/s đến 1 m/s.

A. v = 0,75 m/s  B. v = 0,8 m/s  C. v = 0,9 m/s  D. v = 0,95 m/s

**Câu 1.30.** Một sóng cơ học truyền từ nguồn O dọc theo trục Ox. Nếu chọn gốc thời gian để pha ban đầu của nguồn bằng 0 thì phương trình dao động tại một điểm M cách nguồn O một khoảng d là: $u = 3\sin\left(\pi t - \frac{d}{50}\right)$ cm, trong đó d tính bằng cm còn t là thời gian tính bằng giây. Vận tốc truyền sóng là

A. 25 m/s.  B. 50 cm/s.  C. 80 cm/s.  D. 100 cm/s.

**Câu 1.31.** Nguồn sóng đặt tại O dao động theo phương trình $u = 5\sin 4\pi t$ cm, điểm M nằm cách nguồn O một đoạn bằng d = 70 cm. Biết rằng vận tốc truyền sóng là v = 30 cm/s. Giữa O và M có bao nhiêu điểm dao động cùng pha với nguồn?

A. 2 điểm  B. 3 điểm  C. 4 điểm  D. 5 điểm

**Câu 1.32.** Nguồn sóng đặt tại O dao động với tần số f = 10 Hz. Điểm M nằm cách nguồn O một đoạn bằng d = 20 cm. Biết rằng vận tốc truyền sóng là v = 40 cm/s. Giữa O và M có bao nhiêu điểm dao động ngược pha với nguồn?

A. 3 điểm  B. 4 điểm  C. 5 điểm  D. 6 điểm

**Câu 1.33.** Nguồn sóng đặt tại O dao động theo phương trình $u_O = A\cos\omega t$, điểm M nằm cách O một đoạn bằng x, sóng truyền trong không gian là sóng cầu. Dao động tại O và M cùng pha nếu

A. $x = k\lambda, k \in Z$.  B. $x = (2k+1)\frac{\lambda}{2}, k \in Z$.

C. $x = k\frac{\lambda}{2}, k \in Z$.  D. $x = 2k\lambda, k \in Z$.

## Dạng 2. GIAO THOA SÓNG

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Giao thoa là sự gặp nhau của hai hay nhiều sóng kết hợp, ở đó trong vùng gặp nhau của chúng sẽ có những điểm dao động với biên độ cực đại và những điểm khác dao động với biên độ cực tiểu.

Các bài tập về hiện tượng giao thoa thường liên quan tới các vấn đề sau:

– Phương trình dao động tổng hợp

– Vị trí các điểm dao động tổng hợp với biên độ cực đại, cực tiểu

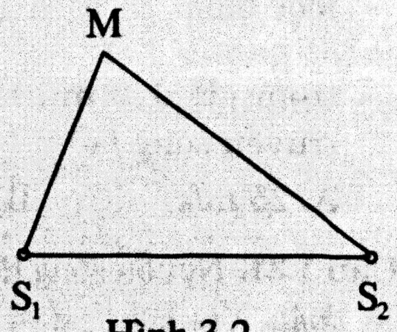
– Vị trí các điểm dao động cực đại, cực tiểu trên $S_1S_2$

– Số vân dao động cực đại, cực tiểu

**1. Phương trình dao động tổng hợp**

Xét sóng được phát ra từ hai nguồn $S_1$, $S_2$ dao động cùng phương và có phương trình:

$$u_1 = u_2 = A\cos\frac{2\pi}{T}t$$




Hình 3.2

Xét tại điểm M cách $S_1$, $S_2$ một khoảng $d_1$, $d_2$ nhận được đồng thời sóng từ $S_1$ và $S_2$ truyền tới.

– Dao động tại M do $S_1$ truyền tới: $u_{1M} = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)$

– Dao động tại M do $S_2$ truyền tới: $u_{2M} = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)$

– Phương trình dao động tổng hợp tại M:

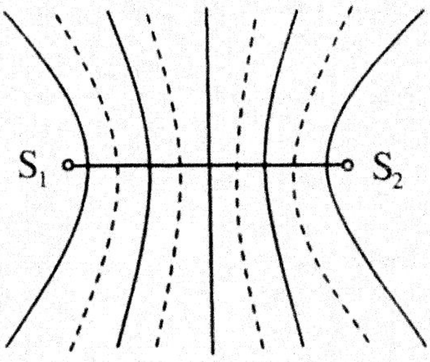
$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) + A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)$$

$$= 2A\cos\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}.\cos\left[\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right] \qquad (1)$$

**2. Vị trí các điểm dao động tổng hợp với biên độ cực đại, cực tiểu**

Từ (1) ⇒ Biên độ dao động tổng hợp tại M:

$$A_M = 2A\left|\cos\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right|$$




Hình 3.3

* M dao động với biên độ cực đại

$$\Leftrightarrow A_M = 2A\left|\cos\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right| \text{ max}$$

$$\Leftrightarrow \left|\cos\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right| = 1 \Leftrightarrow \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} = k\pi$$

$$\Leftrightarrow d_2 - d_1 = k\lambda \text{ với } k = 0, \pm 1, \pm 2, ...$$

Như vậy, ở những điểm mà hiệu khoảng cách tới hai nguồn bằng một số nguyên lần bước sóng thì dao động tổng hợp có biên độ cực đại.

Tập hợp các điểm dao động với biên độ cực đại là một đường hypebol, vị trí đường này nằm cố định và được gọi là vân dao động cực đại.

* M dao động với biên độ cực tiểu $\Leftrightarrow A_M = 2A\left|\cos\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right|$ min

$$\Leftrightarrow \left|\cos\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right| = 0 \Leftrightarrow \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + k\pi$$

$$\Leftrightarrow d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \text{ với } k = 0, \pm 1, \pm 2, ...$$

Như vậy, ở những điểm mà hiệu khoảng cách tới hai nguồn bằng một số bán nguyên lần bước sóng thì dao động tổng hợp có biên độ cực tiểu.

Tập hợp các điểm dao động với biên độ cực tiểu là một đường hypebol, vị trí đường này nằm cố định và được gọi là vân dao động cực tiểu.

**3. Vị trí các điểm dao động cực đại, cực tiểu trên $S_1S_2$**

Gọi I là điểm nằm trên $S_1S_2$ và cách $S_1$, $S_2$ một khoảng $d_1$, $d_2$.

* *Vị trí các điểm dao động cực đại trên $S_1S_2$*

I dao động với biên độ cực đại khi và chỉ khi: $\begin{cases} d_2 - d_1 = k\lambda \\ d_2 + d_1 = d \end{cases}$

(trong đó d là khoảng cách giữa hai nguồn $S_1$ và $S_2$)

Từ đây ta suy ra các điểm dao động cực đại trên $S_1S_2$ có vị trí cách $S_1$ một khoảng: $d_1 = \frac{d}{2} - k\frac{\lambda}{2}$ (2) với $k = 0, \pm 1, \pm 2, ...$

** Vị trí các điểm dao động cực tiểu trên $S_1S_2$*

I dao động với biên độ cực tiểu khi và chỉ khi: $\begin{cases} d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \\ d_2 + d_1 = d \end{cases}$

(trong đó d là khoảng cách giữa hai nguồn $S_1$ và $S_2$)

Từ đây ta suy ra các điểm dao động cực tiểu trên $S_1S_2$ có vị trí cách $S_1$ một khoảng: $d_1 = \frac{d}{2} - \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}$ (3) với $k = 0, \pm 1, \pm 2, ...$

**4. Số vân dao động cực đại, cực tiểu**

* *Số vân dao động cực đại:* Số vân dao động cực đại chính bằng số điểm dao động cực đại trên $S_1S_2$ và bằng số giá trị của k nguyên trong đẳng thức:

$$0 \le d_1 = \frac{d}{2} - k\frac{\lambda}{2} \le d$$

* *Số vân dao động cực tiểu:* Số vân dao động cực tiểu chính bằng số điểm dao động cực tiểu trên $S_1S_2$ và bằng số giá trị của k nguyên trong đẳng thức:

$$0 \le d_1 = \frac{d}{2} - \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} \le d$$

**5. Lưu ý**

** Từ (2) và (3) suy ra:*

+ Các điểm dao động với biên độ cực đại trên $S_1S_2$ cách nhau một cách đều đặn và bằng $\lambda/2$.

+ Các điểm dao động với biên độ cực tiểu trên $S_1S_2$ cách nhau một cách đều đặn và bằng $\lambda/2$.

+ Khoảng cách giữa điểm dao động với biên độ cực đại và điểm dao động với biên độ cực tiểu liên tiếp là $\lambda/4$.

* Từ đó ta có thể tính số vân dao động cực đại, cực tiểu bằng cách:

– Phân tích $\frac{d}{\lambda} = n + \Delta n$ (với n nguyên, $0 \le \Delta n < 1$)

– Khi đó số vân dao động cực đại: $N_đ = 2n + 1$

– Nếu $\Delta n < \frac{1}{2}$ thì số vân dao động cực tiểu: $N_t = 2n$

– Nếu $\Delta n \geq \frac{1}{2}$ thì số vân dao động cực tiểu: $N_t = 2n + 2$

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 2.1.** Trong thí nghiệm giao thoa sóng, người ta tạo trên mặt nước 2 nguồn sóng $S_1$ và $S_2$ dao động với phương trình $u_{S1} = u_{S2} = 4\cos\pi t$ cm. Vận tốc truyền sóng là v = 10 cm/s. Viết biểu thức sóng tại điểm M cách $S_1$ và $S_2$ một khoảng lần lượt là 5 cm và 10 cm?

A. $u_M = 4\sqrt{2}\cos\left(\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)$ cm B. $u_M = 4\sqrt{2}\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ cm

C. $u_M = 4\sqrt{2}\cos\left(\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$ cm D. $u_M = 8\cos\pi t$ cm

**Hướng dẫn giải:**

Từ phương trình sóng tại $S_1$ và $S_2$ ⇒ tần số góc $\omega = \pi$ rad/s.

⇒ Bước sóng: $\lambda = v.T = v.\frac{2\pi}{\omega} = 10.\frac{2\pi}{\pi} = 20$ (cm)

Biểu thức sóng tại M do $S_1$ truyền tới:

$$u_{1M} = 4\cos\left(\pi t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) = 4\cos\left(\pi t - \frac{2\pi.5}{20}\right) = 4\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$$

Biểu thức sóng tại M do $S_2$ truyền tới:

$$u_{2M} = 4\cos\left(\pi t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right) = 4\cos\left(\pi t - \frac{2\pi.10}{20}\right) = 4\cos(\pi t - \pi)\,(\text{cm})$$

Biểu thức sóng tổng hợp tại M: $u_M = u_{1M} + u_{2M} = 8\cos\frac{\pi}{4}.\cos\left(\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)$ cm

$$\Rightarrow u_M = 4\sqrt{2}\cos\left(\pi t - \frac{3\pi}{4}\right) \text{ cm}$$

Chọn phương án A.

**Thí dụ 2.2.** Xét hiện tượng giao thoa sóng trên mặt chất lỏng với hai nguồn $S_1$ và $S_2$ cùng phương và có cùng phương trình dao động $u_0 = 2\cos 20\pi t$ cm. Hai nguồn đặt cách nhau $S_1S_2$ = 15 cm. Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là v = 60 cm/s. Số đường dao động cực đại trên đoạn nối $S_1S_2$ bằng

A. 7. B. 3. C. 9. D. 5.

**Hướng dẫn giải:**

Tần số góc $\omega = 20\pi$ rad/s $\Rightarrow f = 10$ Hz

Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{60}{10} = 6$ (cm)

*Cách 1:*

Gọi I là giao điểm của các đường dao động cực đại với đoạn $S_1S_2$. Gọi $d_1$ và $d_2$ lần lượt là khoảng cách từ I tới hai nguồn $S_1$, $S_2$.

Ta có:

$$\begin{cases} d_2 - d_1 = k\lambda \\ d_2 + d_1 = d \end{cases} \Rightarrow 2d_2 = S_1S_2 + k\lambda \Rightarrow d_2 = \frac{S_1S_2}{2} + k\frac{\lambda}{2} = 7{,}5 + k.3 \text{ (cm)}$$

Vì $0 \le d_2 \le S_1S_2 \Rightarrow 0 \le 7{,}5 + 3k \le 15 \Rightarrow -2{,}5 \le k \le 2{,}5$

Do k nguyên $\Rightarrow$ k = 0, ±1, ±2 $\Rightarrow$ Có 5 giá trị của k, vậy có 5 dãy cực đại qua đoạn $S_1S_2$.

*Cách 2:* Ta có: $\frac{d}{\lambda} = \frac{15}{6} = 2 + 0{,}5 = n + \Delta n$ (với n = 2 ; $\Delta n$ = 0,5 )

$\Rightarrow$ Số đường dao động với biên độ cực đại trên đoạn nối $S_1S_2$: 2n + 1 = 5.

Chọn phương án D.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 2.1.** Để hai sóng giao thoa được với nhau thì chúng phải có:

A. Cùng tần số, cùng biên độ và cùng pha.

B. Cùng tần số, cùng biên độ và hiệu số pha không đổi theo thời gian

C. Cùng tần số và cùng pha

D. Cùng tần số và hiệu số pha không đổi theo thời gian

**Câu 2.2.** Thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt chất lỏng với hai nguồn sóng kết hợp $S_1$ và $S_2$. Gọi $d_1$ và $d_2$ lần lượt là khoảng cách từ điểm M đến các nguồn $S_1$ và $S_2$. Điểm M đứng yên khi:

A. $d_1 + d_2 = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$ với n = 0, 1, 2,...

B. $d_1 + d_2 = n\lambda$ với n = 0, 1, 2,...

C. $d_2 - d_1 = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$ với n = 0, ± 1, ± 2,...

D. $d_2 - d_1 = n\lambda$ với n = 0, ± 1, ± 2,...

**Câu 2.3.** Thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt chất lỏng với hai nguồn sóng kết hợp $S_1$ và $S_2$. Gọi $d_1$ và $d_2$ lần lượt là khoảng cách từ điểm M đến các nguồn $S_1$ và $S_2$. Điểm M dao động cực đại khi:

A. $d_1 + d_2 = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$ với n = 0, 1, 2,...

B. $d_1 + d_2 = n\lambda$ với n = 0, 1, 2,...

C. $d_2 - d_1 = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$ với n = 0, ± 1, ± 2,...

D. $d_2 - d_1 = n\lambda$ với n = 0, ± 1, ± 2,...

**Câu 2.4.** Tại hai điểm $S_1$, $S_2$ trên mặt nước nằm ngang có hai nguồn sóng cơ kết hợp, cùng biên độ, cùng pha, dao động theo phương thẳng đứng. Coi biên độ sóng lan truyền trên mặt nước không đổi trong quá trình truyền sóng. Phần tử nước thuộc trung điểm của đoạn $S_1S_2$

A. dao động với biên độ nhỏ hơn biên độ dao động của mỗi nguồn.

B. dao động với biên độ cực đại.

C. không dao động.

D. dao động với biên độ bằng biên độ dao động của mỗi nguồn.

**Câu 2.5.** Tại hai điểm $S_1$ và $S_2$ trong một môi trường truyền sóng có hai nguồn sóng kết hợp, dao động cùng phương với phương trình lần lượt là $u_{S1} = A\cos\omega t$ và $u_{S2} = A\cos(\omega t + \pi)$. Biết vận tốc và biên độ sóng do mỗi nguồn tạo ra không đổi trong quá trình sóng truyền. Trong khoảng giữa $S_1$ và $S_2$ có giao thoa sóng do hai nguồn trên gây ra. Phần tử vật chất tại trung điểm của đoạn $S_1S_2$ dao động với biên độ bằng

A. 0 B. $\frac{a}{2}$ C. a D. 2a

**Câu 2.6.** Hai nguồn kết hợp $S_1$và $S_2$ dao động điều hoà theo phương vuông góc với mặt nước với cùng tần số f = 5Hz và cùng có pha ban đầu bằng không. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 60 cm/s. Xét điểm M trên mặt nước cách $S_1$ một khoảng $d_1$ và cách $S_2$ một khoảng $d_2$. M sẽ dao động cực đại khi

A. $d_1$ = 100 cm; $d_2$ = 26 cm
B. $d_1$ = 100 cm; $d_2$ = 40 cm
C. $d_1$ = 100 cm; $d_2$ = 28 cm
D. Cả B và C đều thoả mãn

**Câu 2.7.** Hai nguồn kết hợp $S_1$và $S_2$ dao động điều hoà theo phương vuông góc với mặt nước với cùng tần số và cùng pha. Biết bước sóng là λ. Khoảng cách giữa hai điểm liên tiếp trên đoạn $S_1S_2$ dao động với biên độ cực đại là:

A. $\lambda$
B. $2\lambda$
C. $\frac{\lambda}{2}$
D. $\frac{\lambda}{4}$

**Câu 2.8.** Hai nguồn kết hợp $S_1$và $S_2$ dao động điều hoà theo phương vuông góc với mặt nước với cùng tần số và cùng pha. Biết bước sóng là λ. Khoảng cách giữa một điểm dao động cực đại trên $S_1S_2$ với điểm dao động với biên độ cực tiểu cũng trên $S_1S_2$ gần nó nhất là:

A. $\frac{\lambda}{8}$.
B. $\frac{\lambda}{4}$.
C. $\frac{\lambda}{2}$.
D. $4\lambda$.

**Câu 2.9.** Tại hai điểm $S_1$ và $S_2$ trong một môi trường truyền sóng có hai nguồn sóng kết hợp cùng phương, cùng pha và cùng tần số dao động f = 40 Hz. Biết rằng khoảng cách giữa hai điểm dao động với biên độ cực đại liên tiếp trên $S_1S_2$ là 1,5 cm. Vận tốc truyền sóng trong môi trường này bằng

A. 2,4 m/s.
B. 1,2 m/s.
C. 0,3 m/s.
D. 0,6 m/s.

**Câu 2.10.** Hai nguồn phát sóng kết hợp $S_1$ và $S_2$ luôn luôn dao động cùng phương, cùng pha, cùng tần số f = 50 Hz và nằm cách nhau 6 cm trên mặt nước. Người ta quan sát thấy rằng các giao điểm của các gợn lồi với đoạn thẳng $S_1S_2$ chia $S_1S_2$ làm 10 đoạn bằng nhau. Giá trị của vận tốc truyền sóng là

A. v = 0,024 cm/s
B. v = 30 cm/s
C. v = 60 cm/s
D. v = 66,67 cm/s

**Câu 2.11.** Một sợi dây thép nhỏ uốn thành hình chữ U, hai nhánh của nó cách nhau 8 cm được gắn vào đầu một lá thép nằm ngang và đặt sao cho 2 đầu $S_1$ và $S_2$ của sợi dây thép chạm nhẹ vào mặt nước. Cho lá thép rung với tần số f = 100 Hz. Khi đó trên mặt nước, tại vùng giữa $S_1$ và $S_2$ người ta quan sát thấy xuất hiện 5 gợn lồi và những gợn này cắt đoạn $S_1S_2$ thành 6 đoạn mà hai đoạn ở hai đầu chỉ dài bằng một nửa các đoạn còn lại. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là

A. v = 160 cm/s
B. v = 320 cm/s
C. v = 266,67 cm/s
D. v = 220 cm/s

**Câu 2.12.** Trong thí nghiệm giao thoa của sóng nước, hai nguồn sóng kết hợp tại A và B dao động cùng pha với tần số f = 15 Hz. Tại điểm M cách A và B lần lượt là $d_1$ = 23 cm và $d_2$ = 26,2 cm sóng có biên độ dao động cực đại, giữa M và đường trung trực của AB còn có một dãy cực đại. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là

A. 18 cm/s. B. 21,5 cm/s. C. 24 cm/s. D. 28 cm/s

**Câu 2.13.** Trong thí nghiệm giao thoa sóng nước, hai nguồn kết hợp A và B dao động cùng pha với tần số f = 30 Hz. Người ta thấy điểm M trên mặt nước và cách A và B một khoảng lần lượt là $d_1$ = 6 cm và $d_2$ = 10 cm dao động với biên độ cực đại và giữa M với đường trung trực của AB có 2 đường không dao động. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước bằng

A. 40 cm/s. B. 30 cm/s. C. 80 cm/s. D. 60 cm/s.

**Câu 2.14.** Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A, B dao động với tần số f = 10 Hz. Tại điểm M trên mặt nước và cách A và B một khoảng lần lượt là $d_1$ = 32 cm và $d_2$ = 36 cm dao động với biên độ cực đại, giữa M và đường trung trực của AB có 3 cực đại khác. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là

A. 70 cm/s. B. 60 cm/s. C. 80 m/s. D. 50 cm/s.

**Câu 2.15.** Trong thí nghiệm giao thoa sóng, người ta tạo trên mặt nước 2 nguồn sóng A và B dao động với phương trình $u_A = u_B = 5 \sin 10\pi t$ cm. Vận tốc truyền sóng là v = 20 cm/s. Một điểm M trên mặt nước với BM – AM = 10 cm. Hỏi M thuộc đường cực đại hay đứng yên? đường thứ bao nhiêu và về phía nào so với đường trung trực của AB?

A. N thuộc đường đứng yên thứ 2 nằm cùng phía với A so với đường trung trực của AB.

B. N thuộc đường đứng yên thứ 3 nằm cùng phía với A so với đường trung trực của AB.

C. N thuộc đường cực đại thứ 2 nằm cùng phía với A so với đường trung trực của AB.

D. N thuộc đường cực đại thứ 3 nằm cùng phía với A so với đường trung trực của AB.

**Câu 2.16.** Hai nguồn kết hợp $S_1$, $S_2$ dao động điều hoà trên mặt nước. Xét điểm M trên vân thứ n kể từ đường trung trực của $S_1S_2$ ta có: $MS_2 - MS_1$ = 15 cm. Với điểm M' trên vân thứ n + 4 ở cùng một phía và cùng loại với vân thứ n ta thấy: $M'S_2 - M'S_1$ = 35 cm. Giá trị của bước sóng là:

A. 5 cm B. 15 cm C. 20 cm D. 25 cm

**Câu 2.17.** Hai nguồn sóng kết hợp $S_1$ và $S_2$ dao động điều hoà cùng phương vuông góc với mặt nước, cùng pha và cùng chu kỳ T = 0,05 s. Biết vận tốc truyền sóng v = 80 cm/s. Khoảng cách giữa hai nguồn sóng là d = 21 cm. Số điểm dao động với biên độ cực đại giữa $S_1$ và $S_2$ là

A. 13. B. 9. C. 10. D. 11.

**Câu 2.18.** Hai nguồn sóng kết hợp $S_1$ và $S_2$ dao động điều hoà cùng phương vuông góc với mặt nước, cùng pha và cùng tần số f = 40 Hz. Biết vận tốc truyền sóng v = 60 cm/s. Khoảng cách giữa hai nguồn sóng là d = 10,2 cm. Số điểm không dao động giữa $S_1$ và $S_2$ là

A. 12. B. 13. C. 14. D. 15.

**Câu 2.19.** Hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 16 cm đang cùng dao động cùng pha, cùng phương vuông góc với mặt nước. C là một điểm trên mặt nước thuộc đường cực tiểu, giữa đường cực tiểu qua C và trung trực của AB còn có một đường cực đại. Biết AC = 17,2 cm; BC = 13,6 cm. Số đường cực đại đi qua cạnh AC là

A. 16 đường B. 6 đường. C. 5 đường. D. 8 đường.

## Dạng 3. SÓNG DỪNG

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Sóng dừng là trường hợp đặc biệt của giao thoa, nó là sự giao thoa giữa sóng tới và sóng phản xạ, ở đó xuất hiện những điểm dao động với biên độ cực đại gọi là bụng sóng xen kẽ những điểm không dao động gọi là nút sóng.

Các bài tập về sóng dừng thường liên quan tới các vấn đề sau:

– Điều kiện để xảy ra hiện tượng giao thoa

– Khoảng cách giữa các bụng sóng, nút sóng

– Vị trí các bụng sóng, nút sóng

– Số bụng sóng, nút sóng

– Phương trình dao động tổng hợp

**1. Đặc điểm chung**

– Khoảng cách giữa các bụng liên tiếp là bằng nhau và bằng $\frac{\lambda}{2}$

– Khoảng cách giữa các nút liên tiếp là bằng nhau và bằng $\frac{\lambda}{2}$

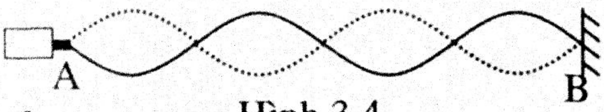
– Khoảng cách một bụng và một nút liên tiếp là bằng nhau và bằng $\frac{\lambda}{4}$

**2. Trường hợp hai đầu cố định**

* Đặc điểm:

– Cả 2 đầu A và B đều là nút.

– Sóng tới và phản xạ tại B ngược pha.



Hình 3.4

* Điều kiện để xảy ra hiện tượng sóng dừng:

$$l = n\frac{\lambda}{2} \quad (1) \text{ với } n = 1, 2, 3, ...$$

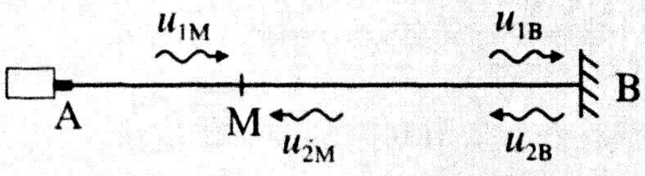
* Vị trí bụng (lấy B làm gốc): $x_B = \frac{\lambda}{4} + k\frac{\lambda}{2}$ với k = 0, 1, 2, ...

Vị trí nút (lấy B làm gốc): $x_N = k\frac{\lambda}{2}$ với k = 0, 1, 2, ...

* Số bụng: $N_B = n$ với n được xác định từ (1)

Số nút: $N_N = n + 1$ với n được xác định từ (1)

* Biểu thức sóng tổng hợp



Hình 3.5

Xét dao động tại một điểm M trên AB cách đầu cố định B một khoảng d. Giả sử vào thời điểm t, sóng tới đến B và truyền tới đó một dao động có phương trình: $u_{1B} = A\cos\omega t$

Sóng tới truyền từ M đến B và B cách M một khoảng d nên sóng tới tại M là: $u_{1M} = A\cos\left(\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Vì sóng B cố định nên sóng tới và sóng phản xạ tại B ngược pha, do đó sóng phản xạ tại B là: $u_{2B} = -u_{1B} = A\cos(\omega t - \pi)$

Suy ra sóng phản xạ tại M: $u_{2M} = A\cos\left(\omega t - \pi - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Biểu thức sóng tổng hợp tại M:

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2A\cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right).\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

**3. Trường hợp một đầu cố định và một đầu tự do**

* Đặc điểm:

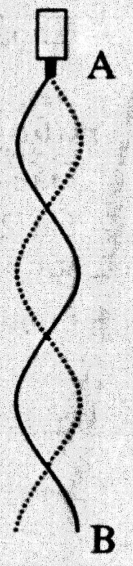
– Đầu A là nút, đầu B là bụng

– Sóng tới và phản xạ tại B cùng pha.

* Điều kiện để xảy ra hiện tượng sóng dừng:

$l = \frac{\lambda}{4} + n\frac{\lambda}{2}$ (2) với n = 0, 1, 2, ...

* Vị trí bụng (lấy B làm gốc): $x_B = k\frac{\lambda}{2}$ với k = 0, 1, 2, ...

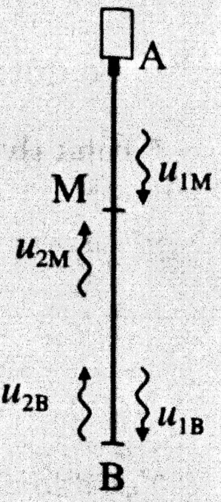



Vị trí nút (lấy B làm gốc): $x_N = \frac{\lambda}{4} + k\frac{\lambda}{2}$ với k = 0, 1, 2, ...

Hình 3.6

* Số bụng: $N_B = n + 1$ với n được xác định từ (2)

Số nút: $N_N = n + 1$ với n được xác định từ (2)




Hình 3.7

* Biểu thức sóng tổng hợp

Xét dao động tại một điểm M trên AB cách đầu tự do B một khoảng d. Giả sử vào thời điểm t, sóng tới đến B và truyền tới đó một dao động có phương trình: $u_{1B} = A\cos\omega t$

Sóng tới truyền từ M đến B và B cách M một khoảng d nên sóng tới tại M là: $u_{1M} = A\cos\left(\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Vì sóng B là bụng sóng nên sóng tới và sóng phản xạ tại B cùng pha, do đó sóng phản xạ tại B là: $u_{2B} = u_{1B} = A\cos\omega t$

Suy ra sóng phản xạ tại M: $u_{2M} = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Biểu thức sóng tổng hợp tại M: $u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2A\cos\frac{2\pi d}{\lambda}.\cos\omega t$.

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 3.1.** Một dây AB dài $l$ = 120 cm, đầu A mắc vào dọc một nhánh âm thoa có tần số f = 40 Hz, đầu B gắn cố định. Cho âm thoa dao động thì thấy có sóng dừng xảy ra với 4 bó sóng. Tính vận tốc truyền sóng trên dây?

A. v = 12 m/s B. v = 24 m/s C. v = 32 m/s D. v = 48 m/s

**Hướng dẫn giải:**

Chiều dài mỗi bó sóng là $\frac{\lambda}{2} \Rightarrow l = 4\frac{\lambda}{2} = 2\lambda$

$\Rightarrow$ Bước sóng: $\lambda = \frac{l}{2} = \frac{120}{2} = 60$ (cm)

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng trên dây:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = 60.40 = 2400\,(cm/s) = 24\,(m/s)$$

Chọn phương án B.

**Thí dụ 3.2.** Sóng dừng trên dây AB với chiều dài 0,16 m, đầu B cố định, đầu A dao động với tần số 50 Hz. Biết vận tốc truyền sóng trên dây là 4 m/s. Trên dây có:

A. 5 nút; 4 bụng.
B. 4 nút; 4 bụng.
C. 8 nút; 8 bụng.
D. 9 nút; 8 bụng.

**Hướng dẫn giải:**

Bước sóng $\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{4}{50} = 0{,}08\,(m) = 8\,(cm)$

Điều kiện sóng dừng với đầu B cố định cho ta $l = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow$ Số bó sóng là

$n = \frac{2l}{\lambda} = \frac{2.16}{8} = 4 \Rightarrow$ số bụng sóng là 4 và số nút sóng là 5.

Chọn phương án A.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 3.1.** Sóng dừng trên dây là sóng có đặc điểm

A. vận tốc truyền sóng của sóng tới và sóng phản xạ đều bằng 0.
B. các điểm trên dây không dao động.
C. nút và bụng cố định trong không gian.
D. khoảng cách giữa hai điểm dao động cùng pha gần nhất bằng một bước sóng.

**Câu 3.2.** Điều nào sau đây là SAI khi nói về sóng dừng?

A. Trên các dây đàn có sóng dừng thuộc loại sóng ngang.
B. Trong các cột khí của sáo và kèn, có các sóng dừng thuộc loại sóng dọc.
C. Vì các sóng thành phần không dịch chuyển nên sóng tổng hợp của chúng được gọi là sóng dừng.
D. Điểm dao động với biên độ cực đại gọi là bụng.

**Câu 3.3.** Khi có sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi thì khoảng cách giữa hai bụng sóng liên tiếp bằng

A. một phần tư bước sóng B. một bước sóng

C. nửa bước sóng D. hai bước sóng

**Câu 3.4.** Khi có sóng dừng trên dây, khoảng cách giữa hai nút liên tiếp bằng

A. một nửa bước sóng B. một bước sóng.

C. một phần tư bước sóng D. một số nguyên lần bước sóng.

**Câu 3.5.** Khi có sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi, khoảng cách từ một bụng đến nút gần nó nhất bằng

A. một số nguyên lần bước sóng. B. một nửa bước sóng.

C. một bước sóng. D. một phần tư bước sóng.

**Câu 3.6.** Quan sát trên một sợi dây thấy có sóng dừng với biên độ của bụng sóng là a. Tại điểm trên sợi dây cách bụng sóng một phần tư bước sóng có biên độ dao động bằng

A. $\frac{a}{2}$ B. 0 C. $\frac{a}{4}$ D. a

**Câu 3.7.** Trên một sợi dây có chiều dài $l$, hai đầu cố định, đang có sóng dừng. Trên dây có một bụng sóng. Biết vận tốc truyền sóng trên dây là v không đổi. Tần số của sóng là

A. $\frac{v}{2l}$ B. $\frac{v}{4l}$ C. $\frac{2v}{l}$ D. $\frac{v}{l}$

**Câu 3.8.** Xét hiện tượng sóng dừng trên dây đàn hồi nhẹ AB. Đầu A dao động theo phương vuông góc sợi dây với biên độ a. Khi đầu B cố định, sóng phản xạ tại B.

A. cùng pha với sóng tới tại B. B. ngược pha với sóng tới tại B.

C. vuông pha với sóng tới tại B. D. lệch pha $\frac{\pi}{2}$ với sóng tới tại B.

**Câu 3.9.** Xét hiện tượng sóng dừng trên dây đàn hồi nhẹ AB. Đầu A dao động theo phương vuông góc sợi dây với biên độ a. Khi đầu B tự do, sóng phản xạ tại B.

A. ngược pha sóng tới tại B. B. cùng pha sóng tới tại B.

C. vuông pha sóng tới tại B. D. lệch pha $\frac{\pi}{4}$.

**Câu 3.10.** Đầu A của sợi dây gắn với nguồn coi như gắn với một nút. Khi có sóng dừng trên dây AB thì

A. số nút bằng số bụng nếu B cố định.

B. số bụng hơn số nút một đơn vị nếu B tự do.

C. số nút bằng số bụng nếu B tự do.

D. số bụng hơn số nút một đơn vị nếu B cố định.

**Câu 3.11.** Xét hiện tượng sóng dừng trên dây đàn hồi nhẹ AB. Đầu A dao động theo phương vuông góc sợi dây với biên độ a = 1,5 cm. Khi đầu B cố định. Bề rộng của bụng sóng dừng là

A. 1,5 cm. B. 3 cm. C. 6 cm. D. 8 cm.

**Câu 3.12.** Xét hiện tượng sóng dừng trên dây đàn hồi nhẹ AB. Đầu A dao động theo phương vuông góc sợi dây với tần số f. Khi đầu B cố định, điều kiện để có sóng dừng trên dây là

A. $l = 2k\frac{\lambda}{4}$ $(k \in Z)$. B. $l = 2k\lambda$.

C. $l = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$. D. $l = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$.

**Câu 3.13.** Quan sát hiện tượng sóng dừng xảy ra trên dây đàn hồi nhẹ AB dài $l$ = 80 cm. Đầu A dao động điều hoà với biên độ nhỏ, đầu B cố định. Người ta thấy trên dây có sóng dừng với 5 múi sóng. Giá trị của bước sóng là

A. 18 m. B. 20 m. C. 32 cm D. 40 cm.

**Câu 3.14.** Một dây đàn có chiều dài L được giữ cố định ở hai đầu. Hỏi âm do dây phát ra có bước sóng dài nhất bằng bao nhiêu?

A. $\frac{L}{4}$. B. $\frac{L}{2}$. C. L. D. 2 L.

**Câu 3.15.** Quan sát hiện tượng sóng dừng xảy ra trên dây đàn hồi nhẹ AB dài $l$ = 1 m. Đầu A dao động điều hoà với tần số f = 30 Hz, đầu B cố định. Người ta thấy trên dây có sóng dừng với 4 nút sóng (kể cả 2 đầu A và B). Tốc độ truyền sóng trên dây là

A. 1,2 m/s. B. 1,5 m/s. C. 3,0 m/s. D. 2,4 m/s.

**Câu 3.16.** Quan sát sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi, người ta đo được khoảng cách giữa 5 nút sóng liên tiếp là 100 cm. Biết tần số của sóng truyền trên dây bằng 100 Hz, tốc độ truyền sóng trên dây là

A. 50 m/s B. 100 m/s C. 25 m/s D. 75 m/s

**Câu 3.17.** Một sợi dây đàn hồi có độ dài AB = 80 cm, đầu B giữ cố định, đầu A gắn với cần rung dao động điều hòa với tần số 50Hz theo phương vuông góc với AB. Trên dây có một sóng dừng với 4 bụng sóng, coi A và B là nút sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là

A. 10 m/s B. 5 m/s C. 20 m/s D. 40 m/s

**Câu 3.18.** Trên một sợi dây dài 2 m đang có sóng dừng với tần số 100 Hz, người ta thấy ngoài 2 đầu dây cố định còn có 3 điểm khác luôn đứng yên. Vận tốc truyền sóng trên dây là:

A. 60 m/s B. 80 m/s C. 40 m/s D. 100 m/s

**Câu 3.19.** Người ta thực hiện thí nghiệm sóng dừng trên dây dài 1,2 m rung với tần số 10 Hz. Vận tốc truyền sóng trên dây là 4 m/s. Hai đầu dây là 2 nút. Số bụng trên dây là

A. 4 bụng B. 5 bụng C. 6 bụng D. 7 bụng

**Câu 3.20.** Quan sát hiện tượng sóng dừng xảy ra trên dây đàn hồi nhẹ AB dài $l$ = 2 m. Đầu A dao động điều hoà với tần số f có giá trị trong khoảng từ 4Hz đến 6Hz, đầu B cố định. Biết rằng tốc độ truyền sóng trên dây là 20 m/s. Giá trị của tần số f là

A. 5 Hz. B. 2,5 Hz. C. 20 Hz. D. 10 Hz.

**Câu 3.21.** Một sợi dây đàn hồi mảnh AB dài $l$, đầu B cố định, đầu A dao động vuông góc sợi dây với phương trình $u_A = U_0\cos\omega t$. Sóng phản xạ tại B là

A. $u_{2B} = -U_0\cos\omega\left(t - \frac{l}{v}\right)$. B. $u_{2B} = U_0\cos\omega\left(t - \frac{l}{v}\right)$.

C. $u_{2B} = -U_0\cos\omega\left(t + \frac{l}{v}\right)$. D. $u_{2B} = U_0\cos\omega\left(t + \frac{l}{v}\right)$.

**Câu 3.22.** Quan sát hiện tượng sóng dừng trên dây đàn hồi nhẹ AB. Đầu A dao động theo phương vuông góc sợi dây với biên độ a, đầu B cố định, bước sóng là λ. Biên độ dao động tổng hợp tại điểm M trên dây cách B một đoạn d là

A. $2a\cos\frac{2\pi d}{\lambda}$. B. $2a\sin\frac{2\pi d}{\lambda}$. C. $2a\left|\cos\frac{2\pi d}{\lambda}\right|$. D. $2a\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right|$.

**Câu 3.23.** Một sợi dây dài $l$ = 20 cm, đầu B cố định, đầu A dao động với phương trình: $u = a\cos 40\pi t$ cm. Biết vận tốc truyền sóng là v = 100 cm/s. Số bụng và số nút sóng quan sát được trên dây là:

A. 5 nút, 4 bụng B. 9 nút, 8 bụng

C. 4 nút, 4 bụng D. 8 nút, 8 bụng

**Câu 3.24.** Một sợi dây AB dài $l = 21$ cm được treo vào một âm thoa, âm thoa dao động với tần số $f = 100$ Hz, đầu B tự do. Cho biết khoảng cách từ B đến nút thứ 3 là 5 cm. Số nút sóng và số bụng sóng quan sát được trên dây là:

A. 11 nút, 10 bụng | B. 11 nút, 11 bụng
C. 6 nút, 5 bụng | D. 6 nút, 6 bụng

## Dạng 4. SÓNG ÂM

## A - PHƯƠNG PHÁP GIẢI

**1. Khái niệm và đặc điểm**

Sóng âm là những sóng cơ truyền trong các môi trường khí, lỏng, rắn. Tai con người chỉ có thể cảm nhận được (nghe thấy) những âm có tần số trong khoảng từ 16 Hz ÷ 20.000 Hz, những âm có tần số bé hơn 16 Hz gọi là hạ âm, những âm có tần số lớn hơn 20.000 Hz gọi là siêu âm.

Sóng âm truyền được qua các môi trường vật chất: khí, lỏng, rắn; không truyền được trong chân không.

Tốc độ truyền âm phụ thuộc vào tính đàn hồi và khối lượng riêng của môi trường. Nói chung tốc độ truyền âm trong chất rắn lớn hơn trong chất lỏng, và trong chất lỏng lớn hơn trong chất khí. Tốc độ truyền âm tăng khi nhiệt độ tăng.

**2. Đặc trưng sinh lý của âm**

– *Độ cao của âm:* Là đại lượng cho ta cảm giác âm cao (bổng, thanh) hay âm thấp (trầm). Độ cao phụ thuộc vào tần số của âm, tần số càng lớn thì âm càng cao (bổng, thanh) và tần số càng bé thì âm càng thấp (trầm).

– *Âm sắc:* Là sắc thái riêng của âm, giúp người nghe phân biệt các âm cùng độ cao, độ to bởi các nguồn âm khác nhau. Âm sắc khác nhau là do đường biểu diễn dao động của âm khác nhau.

– *Cường độ âm:* Là năng lượng được sóng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian:

$$I = \frac{E}{t.S} = \frac{P}{S} \quad (W/m^2)$$

– *Mức cường độ âm:* $L = 10\lg\frac{I}{I_0}$ (dB)

Trong đó $I_0 = 10^{-12}$ W/m$^2$ là cường độ âm chuẩn

– *Độ to của âm:* Cho ta cảm giác nghe thấy âm to hay âm nhỏ, phụ thuộc vào mức cường độ âm và tần số âm.

– *Ngưỡng nghe:* Là giá trị cực tiểu của mức cường độ âm mà tai có thể nghe được.

– *Ngưỡng đau:* Là giá trị cực đại của mức cường độ âm mà tai có thể chịu đựng được.

– *Miền nghe được (giới hạn nghe)của tai:* Là khoảng mức cường độ âm giữa ngưỡng nghe và ngưỡng đau.

**3. Hoạ âm**

Thực tế, khi một nhạc cụ phát ra âm cơ có tần số f thì nó cũng đồng thời phát ra các âm có tần số 2f, 3f, 4f,....

Âm có tần số f gọi là âm cơ bản; các âm có tần số 2f, 3f, 4f,.... gọi là họa âm.

Âm có tần số 2f được gọi là hoạ âm bậc 2

Âm có tần số 3f được gọi là hoạ âm bậc 3

........

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 4.1.** Hai hoạ âm liên tiếp do một dây đàn phát ra có tần số hơn kém nhau 56 Hz. Họa âm thứ ba có tần số bằng

A. 28 Hz. B. 56 Hz. C. 84 Hz. D. 168 Hz.

**Hướng dẫn giải:**

Ta có: $nf - (n-1)f = 56 \Rightarrow$ Tần số âm cơ bản: f = 56 Hz.

$\Rightarrow$ Tần số hoạ âm thứ ba: $f_3 = 3f = 3.56 = 168$ (Hz)

Chọn phương án D.

**Thí dụ 4.2.** Mức cường độ âm tại vị trí cách loa 1 m là 50 dB. Một người xuất phát từ loa, đi ra xa nó thì thấy: khi cách loa 100 m thì không còn nghe được âm do loa đó phát ra nữa. Lấy cường độ chuẩn của âm là $I_0 = 10^{-12}$ W/m$^2$, coi sóng âm do loa đó phát ra là sóng cầu. Ngưỡng nghe của tai người này là

A. 5 dB B. 10 dB C. 30 dB D. 50 dB

**Hướng dẫn giải:**

Cường độ âm được tính: $I = \frac{P}{S}$

Vì sóng âm do loa phát ra là sóng cầu nên $S = 4\pi R^2 \Rightarrow I = \frac{P}{4\pi R^2}$

Do đó ta có: $I_1 = \frac{P}{4\pi R_1^2}$; $I_2 = \frac{P}{4\pi R_2^2}$

$$\Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 = \left(\frac{1}{100}\right)^2 = 10^{-4} \Rightarrow I_2 = 10^{-4}I_1 \qquad (1)$$

Mức cường độ âm do loa đó phát ra tại điểm nằm cách loa 100 m:

$$L_2 = 10\lg\frac{I_2}{I_0} \qquad (2)$$

Thay (1) vào (2) ta được:

$$L_2 = 10\lg\frac{10^{-4}.I_1}{I_0} = 10\lg\frac{I_1}{I_0} + 10\lg 10^{-4} = L_1 - 40 = 50 - 40 = 10\,(dB)$$

Chọn phương án B.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 4.1.** Điều nào sau đây là SAI khi nói về sóng âm?

A. Sóng âm là sóng cơ học truyền trong môi trường vật chất như rắn, lỏng hoặc khí.

B. Sóng âm là sóng cơ học dọc.

C. Sóng âm không truyền được trong chân không.

D. Vận tốc truyền âm thay đổi theo nhiệt độ.

**Câu 4.2.** Điều nào sau đây là SAI khi nói về sóng âm?

A. Sóng âm chỉ truyền được trong không khí.

B. Sóng cơ học có tần số lớn hơn 20.000 Hz gọi là sóng siêu âm.

C. Sóng cơ học có tần số nhỏ hơn 16 Hz gọi là sóng hạ âm.

D. Sóng âm và các sóng cơ học có cùng bản chất vật lý.

**Câu 4.3.** Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về quá trình truyền âm trong không khí?

A. Sóng âm lan truyền với tốc độ không đổi, các phân tử khí dao động vuông góc với phương truyền âm.

B. Sóng âm lan truyền với vận tốc giảm dần, các phần tử không khí thực hiện dao động tắt dần.

C. Sóng âm lan truyền với vận tốc không đổi, các phần tử không khí dao động điều hoà, song song với phương truyền âm.

D. Sóng âm lan truyền với vận tốc giảm dần, các phần tử không khí dao động dọc theo phương truyền âm.

**Câu 4.4.** Trong không khí vận tốc truyền âm có giá trị khoảng

A. 3,40 m/s. B. 340 m/s. C. 34 m/s. D. 3400 m/s.

**Câu 4.5.** Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về sóng siêu âm?

A. sóng siêu âm có tần số rất lớn.

B. sóng siêu âm có cường độ rất lớn.

C. sóng siêu âm có tần số lớn hơn 20.000 Hz.

D. sóng siêu âm truyền với vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng.

**Câu 4.6.** Sóng âm truyền được trong các môi trường

A. rắn, lỏng, khí. B. rắn, lỏng, chân không.

C. rắn, khí, chân không. D. lỏng, khí, chân không.

**Câu 4.7.** Điều nào sau đây là SAI khi nói về môi trường truyền âm và vận tốc âm?

A. Môi trường truyền âm có thể là rắn, lỏng hoặc khí.

B. Những vật liệu như bông, nhung, xốp truyền âm tốt.

C. Vận tốc truyền âm phụ thuộc vào tính đàn hồi và mật độ của môi trường.

D. Vận tốc truyền âm trong chất rắn > trong chất lỏng > trong chất khí.

**Câu 4.8.** Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về sóng siêu âm?

A. sóng siêu âm truyền được trong chân không.

B. sóng siêu âm không truyền được trong chân không.

C. sóng siêu âm truyền trong không khí nhanh hơn trong nước.

D. sóng siêu âm truyền trong nước nhanh hơn trong sắt.

**Câu 4.9.** Một sóng âm truyền trong không khí, trong số các đại lượng: biên độ sóng, tần số sóng, vận tốc truyền sóng và bước sóng; đại lượng không phụ thuộc vào các đại lượng còn lại là

A. bước sóng. B. biên độ sóng.

C. vận tốc truyền sóng. D. tần số sóng.

**Câu 4.10.** Âm sắc là

A. màu sắc của âm thanh.

B. một tính chất vật lí của âm thanh.

C. một tính chất sinh lí của âm thanh.

D. vừa là tính chất vật lí vừa là tính chất sinh lí của âm thanh.

**Câu 4.11.** Một sóng âm truyền từ không khí vào nước thì

A. tần số và bước sóng đều thay đổi.

B. tần số thay đổi, còn bước sóng không thay đổi.

C. tần số không thay đổi, còn bước sóng thay đổi.

D. tần số và bước sóng đều không thay đổi.

**Câu 4.12.** Khi sóng âm truyền từ môi trường không khí vào môi trường nước thì

A. chu kì của nó tăng.  B. tần số của nó không thay đổi.

C. bước sóng của nó giảm.  D. bước sóng của nó không thay đổi.

**Câu 4.13.** Các đặc trưng sinh lí của âm gồm

A. độ cao của âm và âm sắc.

B. độ cao của âm và cường độ âm.

C. độ to của âm và cường độ âm.

D. độ cao của âm, âm sắc, độ to của âm.

**Câu 4.14.** Hai âm có cùng độ cao, chúng có đặc điểm nào trong các đặc điểm sau:

A. Cùng tần số  B. Cùng biên độ

C. Cùng bước sóng  D. Cùng tần số và cùng biên độ

**Câu 4.15.** Trong các phát biểu sau đây, phát biểu nào là **đúng**?

A. Độ cao của âm không phụ thuộc vào tần số mà phụ thuộc vào biên độ.

B. Độ cao của âm không phụ thuộc vào tần số mà phụ thuộc vào bước sóng.

C. Độ cao của âm phụ thuộc vào tần số. Tần số càng lớn thì âm càng thấp.

D. Độ cao của âm phụ thuộc vào tần số. Tần số càng lớn thì âm càng cao.

**Câu 4.16.** Khi hai ca sỹ cùng hát một câu ở cùng một độ cao, ta vẫn phân biệt được giọng hát của từng người. Khi đàn ghita, sáo, kèn,... cùng tấu lên một đoạn nhạc ở cùng một độ cao, ta vẫn phân biệt được tiếng của từng nhạc cụ. Điều đó là do đặc tính nào của âm?

A. Độ cao  B. Độ to  C. Âm sắc  D. Bước sóng

**Câu 4.17.** Âm sắc là đặc tính sinh lí của âm

A. chỉ phụ thuộc vào biên độ.

B. chỉ phụ thuộc vào tần số.

C. chỉ phụ thuộc vào cường độ âm.

D. phụ thuộc vào tần số và biên độ.

**Câu 4.18.** Một lá thép mỏng, một đầu cố định, đầu còn lại được kích thích để dao động với chu kì không đổi và bằng 0,08 s. Âm do lá thép phát ra là

A. âm mà tai người nghe được.  B. nhạc âm.

C. hạ âm.  D. siêu âm.

**Câu 4.19.** Một dây đàn phát ra âm cơ bản và hoạ âm bậc hai. Mối quan hệ giữa tần số $f_1$ của âm cơ bản và tần số $f_2$ của hoạ âm bậc 2 là:

A. $f_1 = f_2$  B. $f_1 = 2f_2$  C. $f_2 = 2f_1$  D. $f_2 = 4f$

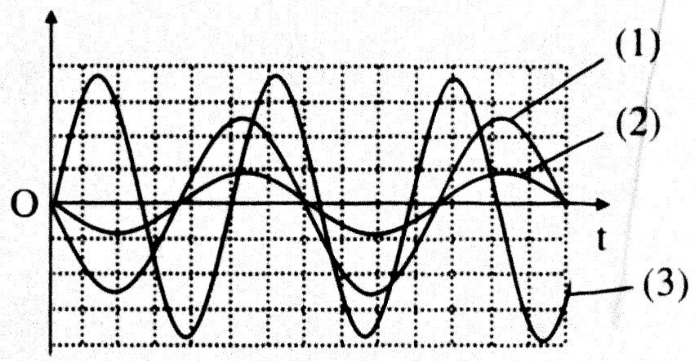
**Câu 4.20.** Trên hình vẽ là đồ thị dao động của ba âm thanh khác nhau. Hãy chọn phương án trả lời **đúng** cho việc sắp xếp các âm theo thứ tự độ to của âm thanh giảm dần.

A. Âm thanh 1, âm thanh 2, âm thanh 3.

B. Âm thanh 1, âm thanh 3, âm thanh 2.

C. Âm thanh 2, âm thanh 1, âm thanh 3.

D. Âm thanh 3, âm thanh 1, âm thanh 2.




Hình 3.8

**Câu 4.21.** Trong không khí, loài dơi phát ra âm thanh có bước sóng ngắn nhất bằng 0,33 m. Tần số của sóng này bằng bao nhiêu?

A. ≈ 100 Hz B. ≈ 1000 Hz C. ≈ 10.000 Hz D. ≈ 20.000 Hz

**Câu 4.22.** Một sóng âm có tần số 200 Hz lan truyền trong môi trường nước với vận tốc 1500 m/s. Bước sóng của sóng này trong môi trường nước là

A. 30,5 m. B. 3,0 km. C. 75,0 m. D. 7,5 m

**Câu 4.23.** Nếu khoảng thời gian từ khi nhìn thấy sét đến khi nghe thấy tiếng sấm là một phút thì khoảng cách từ nơi sét đánh đến người quan sát là bao nhiêu? Biết vận tốc truyền âm trong không khí là v = 340 m/s.

A. 10,5 km. B. 20,4 km. C. 26,5 km. D. 28,6 km.

**Câu 4.24.** Một người đứng gần chân núi bắn một phát súng, sau 6,5 s thì nghe tiếng vang từ núi vọng lại. Biết tốc độ sóng âm trong không khí là 340 m/s. Khoảng cách từ chân núi đến người đó là

A. 1105 m. B. 2210 m. C. 1150 m. D. 552,5 m.

**Câu 4.25.** Một người gõ búa vào một đường ray xe lửa. Cách đó khoảng 500 m có một người áp tai vào đường ray. Hai âm mà người này nghe được trong thép và trong không khí cách nhau 5 s. Biết tốc độ sóng âm trong không khí là 340 m/s. Tốc độ truyền âm trong thép là

A. 846 m. B. 658 m. C. 1063 m. D. 1242 m.

**Câu 4.26.** Một nhạc cụ phát ra âm cơ bản có tần số f = 420 Hz. Một người nghe được âm có tần số lớn nhất là 18.000 Hz. Tìm tần số lớn nhất mà nhạc cụ này có thể phát ra để tai người này còn nghe được?

A. 420 Hz B. 17640 Hz C. 17.580 Hz D. 18.000 Hz

**Câu 4.27.** Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về sóng âm:

A. Ứng với các âm có tần số từ 1 000 – 5 000 Hz thì ngưỡng nghe vào khoảng $10^{-7}$ W/m$^2$.

B. Ngưỡng nghe không phụ thuộc tần số của âm.

C. Miền nằm giữa ngưỡng nghe và ngưỡng đau là miền nghe được.

D. Độ to của âm chỉ phụ thuộc vào tần số.

**Câu 4.28.** Điều nào sau đây là SAI khi nói về sóng âm:

A. Với mọi âm thanh nghe được, ngưỡng nghe vào khoảng $10^{-12}$ W/m$^2$.

B. Tai người nghe thính nhất với các âm có tần số từ 1000 Hz đến 5000 Hz.

C. Tai người nghe âm cao thính hơn âm trầm.

D. Ngưỡng đau của âm có cường độ âm trên 10 W/m$^2$.

**Câu 4.29.** Để biểu thị cảm giác nghe to, nhỏ của một âm người ta dùng một đại lượng gọi là mức cường độ âm xác định với hệ thức $L(dB) = 10\lg\frac{I}{I_0}$.

Trong đó I là cường độ âm, còn $I_0$ là gì?

A. $I_0$ là cường độ âm chuẩn, có giá trị như nhau đối với mọi âm

B. $I_0$ là cường độ âm chuẩn, có giá trị tỷ lệ với tần số của âm

C. $I_0$ là cường độ tối thiểu của mỗi âm để tai có cảm giác nghe được

D. $I_0$ là cường độ lớn nhất của mỗi âm mà tai còn nghe được.

**Câu 4.30.** Cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$. Cường độ âm tại một điểm trong môi trường truyền âm là $10^{-5}$ W/m$^2$. Mức cường độ âm tại điểm đó bằng

A. 50 dB. B. 60 dB. C. 70 dB. D. 80 dB.

**Câu 4.31.** Cường độ âm chuẩn $I_0 = 10^{-12}$ W/m$^2$. Mức cường độ âm tại một điểm có giá trị L = 40 dB, cường độ âm I tại điểm đó là.

A. $10^{-6}$ W/m$^2$. B. $10^{-7}$ W/m$^2$. C. $10^{-8}$ W/m$^2$. D. $10^{-9}$ W/m$^2$.

**Câu 4.32.** Hai âm có mức cường độ âm chênh lệch nhau 20 dB. Tỉ số cường độ âm của chúng là.

A. 10. B. 20. C. 100. D. 1 000.

**Câu 4.33.** Đứng ở khoảng cách 1 m trước một cái loa người ta thấy mức cường độ âm là 60 dB. Coi sóng âm do loa đó phát ra là sóng cầu. Lấy cường độ chuẩn của âm là $I_0 = 10^{-12}$ W/m$^2$. Mức cường độ âm do loa đó phát ra tại điểm nằm cách loa 5 m là

A. 12 dB B. 2,4 dB C. 46 dB D. 300 dB

**Câu 4.34.** Một người đứng cách nguồn âm một khoảng là d thì cường độ âm là I. Khi người đó tiến ra xa nguồn âm thêm một đoạn 40 m thì cường độ âm giảm chỉ còn bằng $\frac{1}{9}$I. Khoảng cách d ban đầu là.

A. 10 m. B. 20 m. C. 30 m. D. 60 m.

**Câu 4.35.** Một người đứng cách nguồn âm một khoảng là d thì cường độ âm là I. Khi người đó tiến ra xa nguồn âm thêm một đoạn 30 m thì cường độ âm giảm chỉ còn bằng $\frac{1}{4}$I. Khoảng cách d ban đầu là

A. 7,5 m B. 15 m. C. 30 m. D. 60 m.

## Dạng 5. HIỆU ỨNG ĐỐP – PLE

## A – PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Hiệu ứng Đốp – Ple là sự thay đổi tần số sóng thu được ở máy thu so với tần số sóng phát ra từ nguồn khi có sự chuyển động tương đối giữa nguồn sóng với máy thu.

Tần số sóng thu được ở máy thu được gọi là tần số biểu kiến và được tính theo công thức tổng quát:

$$f' = \frac{V + u}{V - v}.f \qquad (1)$$

Trong đó:

f là tần số sóng do nguồn phát ra.

f' là tần số biểu kiến thu được ở nguồn thu

u là vận tốc của máy thu đối với môi trường

+ Nếu máy thu chuyển động lại gần nguồn: $u > 0$

+ Nếu máy thu chuyển động ra xa nguồn: $u < 0$

v là vận tốc nguồn âm đối với môi trường

+ Nếu nguồn chuyển động lại gần máy thu: $v > 0$

+ Nếu nguồn chuyển động ra xa máy thu: $v > 0$

V là tốc độ truyền sóng trong môi trường.

Từ (1) suy ra tần số sóng tăng lên khi nguồn và máy thu chuyển động lại gần nhau và tần số sóng giảm xuống khi chúng chuyển động ra xa nhau.

## B – BÀI TẬP MẪU

**Thí dụ 5.1 .** Một người đang ngồi trên ôtô khách chạy với tốc độ 72 km/h nghe tiếng còi phát ra từ một ôtô tải chạy song song. Tần số âm nghe được khi hai ôtô chuyển động lại gần nhau cao gấp 1,2 lần khi hai ôtô chuyển động ra xa nhau. Tốc độ âm thanh là 340 m/s. Tốc độ của ôtô tải là

A. 76,5 km/h B. 60,3 km/h C. 54,7 km/h D. 48,6 km/h

**Hướng dẫn giải:**

Đổi: u = 72 km/h = 20 m/s

Áp dụng công thức Đốp – Ple cho trường hợp tổng quát: $f' = \dfrac{V+u}{V-v}.f$

Tần số âm mà người ngồi trên xe khách nghe được khi hai ôtô chuyển động lại gần nhau: $f_1' = \dfrac{V+u}{V-v}.f$ (1)

Tần số âm mà người ngồi trên xe khách nghe được khi hai ôtô chuyển động ra xa nhau: $f_2' = \dfrac{V-u}{V+v}.f$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \dfrac{f_1'}{f_2'} = \dfrac{V+u}{V-v}.\dfrac{V+v}{V-u}$

Theo bài ra: $f_1' = 1,2f_2' \Rightarrow \dfrac{V+u}{V-v}.\dfrac{V+v}{V-u} = 1,2$

Thay số: $\dfrac{340+20}{340-v}.\dfrac{340+v}{340-20} = 1,2 \Leftrightarrow v = 21,25\ (m/s) = 76,5\ (km/h)$

Chọn phương án A.

**Thí dụ 5.2.** Một người cảnh sát đứng ở bên đường dùng súng bắn tốc độ phát một tín hiệu dạng sóng có tần số 2000 Hz về phía một ôtô đang tiến đến trước mặt. Máy thu của người cảnh sát nhận được âm phản xạ có tần số 2200 Hz. Biết tốc độ âm trong không khí là 340 m/s. Tốc độ của ôtô bằng

A. 45 km/h B. 52 km/h C. 58 km/h D. 67 km/h

**Hướng dẫn giải:**

Quá trình truyền sóng diễn ra theo hai giai đoạn:

– Giai đoạn 1: Sóng phát ra từ súng bắn tốc độ (nguồn) đứng yên đến ôtô (máy thu) đang chuyển động lại gần nguồn với vận tốc $v_0$. Tần số mà ôtô ghi nhận được là: $f' = \dfrac{V+v_0}{V}.f$ (1)

– Giai đoạn 2: Sóng phản xạ từ ôtô (nguồn) đang chuyển động lại gần với vận tốc $v_0$ đến bộ phận thu sóng của súng bắn tốc độ. Tần số súng đo được là: $f'' = \frac{V}{V - v_0}.f'$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow f'' = \frac{V + v_0}{V - v_0}.f \Rightarrow v_0 = \frac{f'' - f}{f'' + f}.V$

Thay số: $v_0 = \frac{2200 - 2000}{2200 + 2000}.340 \approx 16,2\,(m/s) \approx 58\,(km/h)$

Chọn phương án C.

## C – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

**Câu 5.1.** Hiệu ứng Đốp – Ple gây ra hiện tượng gì sau đây?

A. Thay đổi cường độ âm khi nguồn âm chuyển động so với người nghe.

B. Thay đổi độ cao của âm khi nguồn âm chuyển động so với người nghe.

C. Thay đổi âm sắc của âm người nghe chuyển động lại gần nguồn âm.

D. Thay đổi cả độ cao và cường độ âm khi nguồn âm chuyển động.

**Câu 5.2.** Một nguồn âm A chuyển động đều, tiến thẳng đến máy thu âm B đang đứng yên trong không khí thì âm mà máy thu B thu được có tần số

A. bằng tần số âm của nguồn âm A.

B. nhỏ hơn tần số âm của nguồn âm A.

C. không phụ thuộc vào tốc độ chuyển động của nguồn âm A.

D. lớn hơn tần số âm của nguồn âm A.

**Câu 5.3.** Trong trường hợp nào sau đây thì âm do máy thu ghi nhận được có tần số lớn hơn tần số của âm do nguồn âm phát ra?

A. Nguồn âm chuyển động ra xa máy thu đứng yên

B. Máy thu chuyển động ra xa nguồn âm đứng yên

C. Máy thu chuyển động lại gần nguồn âm đứng yên

D. Máy thu chuyển động cùng chiều và cùng tốc độ với nguồn âm.

**Câu 5.4.** Một nguồn sóng đang chuyển động từ A về B thì phát ra một âm có tần số $f_0$. Hai người quan sát tại A và B nhận được hai sóng có tần số lần lượt là $f_A$ và $f_B$. Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về mối quan hệ giữa $f_0$, $f_A$ và $f_B$?

A. $f_0 = f_A = f_B$ B. $f_0 < f_A < f_B$

C. $f_A > f_0 > f_B$ D. $f_A < f_0 < f_B$

**Câu 5.5.** Nguồn âm được đặt trên xe A chuyển động với vận tốc $\vec{v}_A$, máy thu âm được đặt trên xe B chuyển động với vận tốc $\vec{v}_B$. Trong trường hợp nào sau đây tần số âm mà máy thu thu được không khác với tần số nguồn âm từ máy phát phát ra

A. $\vec{v}_A = \vec{v}_B$ B. $\vec{v}_A \perp \vec{v}_B$ và $v_A = v_B$

C. $\vec{v}_A = -\vec{v}_B$ D. $\vec{v}_A \perp \vec{v}_B$ và $v_A > v_B$

**Câu 5.6.** Một ôtô gắn còi phát ra âm với tần số f = 1000 Hz. Người đứng bên đường sẽ nghe được tiếng còi với tần số bằng bao nhiêu nếu ôtô chuyển động với tốc độ v = 72 km/h và đi về phía người? Lấy tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s.

A. 1000 Hz B. 944,4 Hz C. 1062,5 Hz D. 1058,8 Hz

**Câu 5.7.** Một ôtô đang đứng yên phát ra tiếng còi với tần số 1200 Hz. Hỏi người ngồi trên xe máy đang chuyển động thẳng tiến về phía ôtô nói trên với tốc độ 36 km/h thì nghe được tiếng còi có tần số là bao nhiêu? Lấy tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s.

A. 1164,7 Hz B. 1200 Hz C. 1235,3 Hz D. 1236,4 Hz

**Câu 5.8.** Một ôtô tải đang chạy với tốc độ 36 km/h thì bóp còi. Tần số của âm do còi phát ra là 1500 Hz, tốc độ âm thanh là 340 km/h. Người ngồi trên ôtô khách chạy với tốc độ 54 km/h và ngược chiều với ôtô khách thì nghe được tiếng còi có tần số là

A. 1477,3 Hz B. 1613,6 Hz C. 1392,9 Hz D. 1521,4 Hz

**Câu 5.9.** Một ôtô chuyển động trên đường nghe tiếng còi tầm của nhà máy, tần số âm nghe được khi ôtô chuyển động về phía nhà máy cao hơn tần số âm nghe được khi ôtô chuyển động cũng với tốc độ đó nhưng ra xa nhà máy là 9/8 lần. Lấy tốc độ truyền âm trong không khí là 340 km/h. Tốc độ của ôtô là

A. 36 km/h B. 64 km/h C. 72 km/h D. 108 km/h

**Câu 5.10.** Người ta xác định tốc độ của một nguồn âm bằng cách sử dụng thiết bị đo tần số âm. Khi nguồn âm chuyển động thẳng đều lại gần thiết bị đang đứng yên thì thiết bị đo được tần số âm là 1600 Hz, còn khi nguồn âm chuyển động thẳng đều với cùng tốc độ đó ra xa thiết bị thì thiết bị đo được tần số âm là 1200 Hz. Biết nguồn âm và thiết bị luôn cùng nằm trên một đường thẳng, tần số của nguồn âm phát ra không đổi và tốc độ truyền âm trong môi trường bằng 340 m/s. Tốc độ của nguồn âm này là

A. $v \approx 32,26$ m/s B. $v \approx 48,57$ m/s C. $v \approx 62,14$ m/s D. $v \approx 20,36$ m/s

**Câu 5.11.** Một nguồn âm đang đứng yên còn máy thu thì chuyển động với tốc độ u = 20 m/s. Khi máy thu chuyển động lại gần nguồn âm thì tần số của âm đo được là $f_1' = 900$ Hz. Tốc độ âm trong không khí là 340 m/s. Khi máy thu chuyển động ra xa nguồn âm thì tần số của âm đo được là

A. 600 Hz B. 800 Hz C. 100 Hz D. 1200 Hz

**Câu 5.12.** Một ôtô khách khi đến trước cửa hầm thì kéo còi với tần số f = 800 Hz, một thời gian sau, hành khách ngồi trên ôtô nghe được tiếng còi phản xạ từ hầm ra với tần số f' = 950 Hz. Biết tốc độ âm trong không khí là 340 m/s. Tốc độ của của ôtô bằng

A. 36 km/h B. 72 km/h C. 54 km/h D. 62 km/h

**Câu 5.13.** Một con dơi đang bay với tốc độ 9 km/h thì phát ra sóng siêu âm có tần số 50.000 Hz. Sóng siêu âm này gặp vật cản đang đứng yên phía trước và truyền ngược lại. Tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s. Tần số sóng siêu âm phản xạ lại mà con dơi nhận được là

A. 4820 Hz B. 50000 Hz C. 50740 Hz D. 52140 Hz

## BÀI TẬP TỔNG HỢP

**Câu 1.** Khi nói về sóng cơ học, phát biểu nào sau đây là **sai**?

A. Sóng cơ học là sự lan truyền dao động cơ học trong môi trường vật chất

B. Sóng cơ học truyền được trong tất cả các môi trường rắn, lỏng, khí và chân không.

C. Sóng âm truyền trong không khí là sóng dọc.

D. Sóng cơ học lan truyền trên mặt nước là sóng ngang

**Câu 2.** Phát biểu nào sau đây là **đúng** khi nói về sóng cơ học?

A. Sóng âm truyền được trong chân không.

B. Sóng dọc là sóng có phương dao động vuông góc với phương truyền sóng.

C. Sóng dọc là sóng có phương dao động trùng với phương truyền sóng.

D. Sóng ngang là sóng có phương dao động trùng với phương truyền sóng.

**Câu 3.** Biên độ sóng tăng 2 lần thì năng lượng sóng.

A. tăng 2 lần. B. tăng 4 lần.

C. giảm 2 lần. D. giảm 4 lần.

**Câu 4.** Chọn câu sai khi khoảng cách giữa hai điểm trên cùng một phương truyền sóng bằng

A. một bước sóng thì hai điểm đó dao động cùng pha.

B. một số nguyên lần bước sóng thì hai điểm đó dao động cùng pha.

C. một nửa bước sóng thì hai điểm đó dao động ngược pha.

D. một số nguyên nửa bước sóng thì hai điểm đó dao động ngược pha.

**Câu 5.** Khi âm thanh truyền từ không khí vào nước, bước sóng và tần số của âm thanh có thay đổi không?

A. Tần số thay đổi, nhưng bước sóng thì không

B. Cả hai đại lượng đều không thay đổi

C. Cả hai đại lượng đều thay đổi

D. Bước sóng thay đổi, nhưng tần số thì không.

**Câu 6.** Một sóng truyền trong một môi trường với vận tốc 110 m/s và có bước sóng 0,25 m. Tần số của sóng đó là

A. 440 Hz B. 27,5 Hz C. 50 Hz D. 220 Hz

**Câu 7.** Biết tốc độ truyền âm trong trong nước và không khí lần lượt là 1452 m/s và 330 m/s. Khi sóng âm đó truyền từ nước ra không khí thì bước sóng của nó sẽ

A. giảm 4,4 lần B. giảm 4 lần

C. tăng 4,4 lần D. tăng 4 lần

**Câu 8.** Biểu thức sóng dừng tại một điểm trên một sợi dây là $u = 4\sin\left(\frac{\pi}{3}t + \varphi\right)$ cm. Biết vận tốc sóng truyền trên sợi dây là 40 cm/s. Bước sóng bằng

A. 120 cm. B. 160 cm. C. 240 cm. D. 360 cm.

**Câu 9.** Một nguồn phát sóng dao động theo phương trình $u = a\cos 20\pi t$ cm với t tính bằng giây. Trong khoảng thời gian 2 s, sóng này truyền đi được quãng đường bằng bao nhiêu lần bước sóng?

A. 20 B. 40 C. 10 D. 30

**Câu 10.** Một nguồn sóng ở O truyền theo phương Oy. Trên phương này có hai điểm M và N cách nhau một khoảng MN = 15 cm. Biết tần số sóng f = 10 Hz, tốc độ truyền sóng v = 40 cm/s, biên độ dao động A = 1cm không đổi khi sóng truyền. Nếu tại một thời điểm nào đó li độ dao động tại M là 1 cm thì li độ dao động tại N là

A. 0 cm B. 0,5 cm C. 1 cm D. 2 cm

**Câu 11.** Một nguồn dao động đặt tại điểm S trên mặt chất lỏng nằm ngang phát ra dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với phương trình $u_S = a\cos(\omega t + \varphi)$. Sóng do nguồn dao động này tạo ra truyền trên mặt chất lỏng có bước sóng λ tới điểm M cách S một khoảng x. Coi biên độ sóng và vận tốc sóng không đổi khi truyền đi thì phương trình dao động tại điểm M là

A. $u_M(t) = a\cos(\omega t + \varphi)$ B. $u_M(t) = a\cos\left(\omega t + \varphi - \frac{\pi x}{\lambda}\right)$

C. $u_M(t) = a\cos\left(\omega t + \varphi - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$ D. $u_M(t) = a\cos\left(\omega t + \varphi + \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$

**Câu 12.** Một sóng cơ lan truyền trên một đường thẳng từ điểm O đến điểm M cách O một đoạn d. Biết tần số f, bước sóng λ và biên độ a của sóng không đổi trong quá trình sóng truyền. Nếu phương trình dao động của phần tử vật chất tại điểm M có dạng $u_M(t) = a\cos 2\pi ft$ thì phương trình dao động của phần tử vật chất tại O là

A. $u_O(t) = a\cos 2\pi\left(ft - \frac{d}{\lambda}\right)$ B. $u_O(t) = a\cos 2\pi\left(ft + \frac{d}{\lambda}\right)$

C. $u_O(t) = a\cos \pi\left(ft - \frac{d}{\lambda}\right)$ D. $u_O(t) = a\cos \pi\left(ft + \frac{d}{\lambda}\right)$

**Câu 13.** Nguồn sóng đặt tại O dao động theo phương trình $u = 0{,}03\cos 2\pi t$ m, bước sóng $\lambda = 60$ cm. Điểm M nằm cách nguồn O một đoạn bằng d = 1,5 m dao động với phương trình

A. $u_M = 0{,}03\cos 2\pi(t-2)$ m. B. $u_M = 0{,}03\cos 2\pi t$ m.

C. $u_M = -0{,}03\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ m. D. $u_M = 0{,}03\cos(2\pi t - 5\pi)$ m.

**Câu 14.** Đầu O của một sợi dây đàn hồi rất dài dao động với phương trình $u = 3\cos 2\pi t$ cm tạo ra một sóng ngang trên dây có vận tốc v = 20 cm/s. Điểm M trên dây cách O một khoảng 2,5 cm dao động với phương trình.

A. $u_M = 3\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ cm. B. $u_M = 3\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ cm.

C. $u_M = 3\cos(2\pi t + \pi)$ cm. D. $u_M = 3\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm.

**Câu 15.** Sóng cơ có tần số 50 Hz truyền trong môi trường với vận tốc 160 m/s. Ở cùng một thời điểm, hai điểm gần nhau nhất trên một phương truyền sóng có dao động cùng pha với nhau, cách nhau một khoảng

A. 3,2 m  B. 2,4 m  C. 1,6 m  D. 0,8 m

**Câu 16.** Một sóng truyền trên mặt biển có bước sóng 3 m. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động lệch pha $\frac{\pi}{2}$ là

A. 0,5 m  B. 0,75 m  C. 1,5 m  D. 2 m.

**Câu 17.** Đầu A của một sợi dây đàn hồi căng thẳng, nằm ngang được kích thích cho dao động điều hoà với tần số 50 Hz. Coi rằng sợi dây rất dài. Vận tốc truyền sóng trên dây bằng 10 m/s. Những điểm dao động cùng pha với A cách A những khoảng x có dạng

A. x = 10k cm (k = 1, 2, 3,...)  B. $x = 10\left(k + \frac{1}{2}\right)$ cm (k = 0, 1, 2,...)

C. x = 20k cm (k = 1, 2, 3,...)  D. $x = 20\left(k + \frac{1}{2}\right)$ cm (k = 0, 1, 2,...)

**Câu 18.** Đầu A của một sợi dây đàn hồi căng thẳng, nằm ngang được kích thích cho dao động điều hoà với tần số 50 Hz. Coi rằng sợi dây rất dài. Vận tốc truyền sóng trên dây bằng 10 m/s. Những điểm dao động ngược pha với A cách A những khoảng x có dạng

A. x = 10k cm (k = 1, 2, 3,...)  B. $x = 10\left(k + \frac{1}{2}\right)$ cm (k = 0, 1, 2,...)

C. x = 20k cm (k = 1, 2, 3,...)  D. $x = 20\left(k + \frac{1}{2}\right)$ cm (k = 0, 1, 2,...)

**Câu 19.** Sóng cơ có tần số 80 Hz lan truyền trong một môi trường với vận tốc 4 m/s. Dao động của các phần tử vật chất tại hai điểm trên một phương truyền sóng cách nguồn sóng những đoạn lần lượt 31 cm và 33,5 cm, lệch pha nhau góc

A. $\frac{\pi}{2}$ rad  B. π rad  C. 2π rad  D. $\frac{\pi}{3}$ rad

**Câu 20.** Sóng cơ truyền trong một môi trường dọc theo trục Ox với phương trình $u = \cos(20t - 4x)$ cm (x tính bằng mét, t tính bằng giây). Vận tốc truyền sóng này trong môi trường trên bằng

A. 5 m/s.  B. 50 cm/s.  C. 40 cm/s  D. 4 m/s.

**Câu 21.** Tiến hành thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt thoáng của một chất lỏng nhờ hai nguồn kết hợp cùng pha $S_1$ và $S_2$. Tần số dao động của mỗi nguồn là f = 40 Hz. Một điểm M nằm trên mặt thoáng của chất lỏng cách $S_2$ một đoạn 8 cm và cách $S_1$ một đoạn 4 cm. Giữa M và đường trung trực $S_1S_2$ có một gợn lồi dạng hypebol. Biên độ dao động của M là cực đại. Vận tốc truyền sóng bằng

A. 1,6 m/s. B. 1,2 m/s. C. 0,8 m/s. D. 40 cm/s.

**Câu 22.** Trong môi trường vật chất đàn hồi, có hai nguồn kết hợp A, B giống hệt nhau cách nhau 5 cm. Nếu sóng do hai nguồn này tạo ra có bước sóng $\lambda = 2$ cm thì trên đoạn AB có thể quan sát được bao nhiêu dãy cực đại?

A. 3. B. 4. C. 5. D. 6.

**Câu 23.** Trên mặt nước nằm ngang, tại hai điểm $S_1$, $S_2$ cách nhau 8,2 cm, người ta đặt hai nguồn sóng cơ kết hợp, dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với tần số 15Hz và luôn dao động đồng pha. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 30 cm/s, coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn $S_1S_2$ là

A. 11 B. 8 C. 5 D. 9

**Câu 24.** Trong hiện tượng sóng dừng trên một sợi dây mà hai đầu giữ cố định, bước sóng bằng

A. một nửa độ dài của sợi dây.

B. độ dài của sợi dây.

C. khoảng cách giữa hai nút sóng hay hai bụng sóng liên tiếp.

D. hai lần khoảng cách giữa hai nút sóng hay hai bụng sóng liên tiếp.

**Câu 25.** Trong thí nghiệm về sóng dừng, trên một sợi dây đàn hồi dài 1,2m với hai đầu cố định, người ta quan sát thấy ngoài hai đầu dây cố định còn có 2 điểm khác trên dây không dao động. Biết khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp với sợi dây duỗi thẳng là 0,05 s. Vận tốc truyền sóng trên dây là

A. 8 m/s. B. 4 m/s. C. 12 m/s. D. 16 m/s.

**Câu 26.** Một dây đàn dài 60 cm phát ra một âm có tần số 100 Hz. Quan sát dây đàn người ta thấy có 4 nút (chưa kể 2 nút 2 đầu). Vận tốc truyền sóng trên dây là:

A. v = 80 cm/s B. v = 120 cm/s

C. v = 240 cm/s D. v = 180 cm/s

**Câu 27.** Sóng dừng trên dây AB có chiều dài 22 cm với đầu B tự do. Tần số dao động của dây là 50 Hz, vận tốc truyền sóng trên dây là 4 m/s. Trên dây có

A. 6 nút; 6 bụng.
B. 5 nút; 6 bụng.
C. 6 nút; 5 bụng.
D. 5 nút; 5 bụng.

# BÀI TẬP ÔN TẬP

**Câu 1.** Phát biểu nào sau đây là **không đúng**?

A. Trong chuyển động của vật rắn quanh một trục cố định thì mọi điểm của vật rắn có cùng góc quay.

B. Trong chuyển động của vật rắn quanh một trục cố định thì mọi điểm của vật rắn có cùng chiều quay.

C. Trong chuyển động của vật rắn quanh một trục cố định thì mọi điểm của vật rắn đều chuyển động trên các quỹ đạo tròn.

D. Trong chuyển động của vật rắn quanh một trục cố định thì mọi điểm của vật rắn đều chuyển động trong cùng một mặt phẳng.

**Câu 2.** Khi vật rắn quay biến đổi đều quanh một trục cố định. Tại một điểm M trên vật rắn không thuộc trục quay có

A. véc tơ gia tốc tiếp tuyến luôn cùng hướng với véc tơ vận tốc và có độ lớn không đổi.

B. véc tơ gia tốc pháp tuyến luôn hướng vào tâm quỹ đạo và đặc trưng cho biến đổi phương véc tơ vận tốc.

C. vận tốc dài biến thiên theo hàm số bậc nhất của thời gian.

D. gia tốc pháp tuyến càng lớn khi M càng gần trục quay.

**Câu 3.** Trong các chuyển động quay có vận tốc góc $\omega$ và gia tốc góc $\gamma$ sau, động nào ứng với chuyển động quay nhanh dần?

A. $\omega = 3$ rad/s và $\gamma = 0$ rad/s$^2$
B. $\omega = 3$ rad/s và $\gamma = -0,5$ rad/s$^2$
C. $\omega = -3$ rad/s và $\gamma = 0,5$ rad/s$^2$
D. $\omega = -3$ rad/s và $\gamma = -0,5$ rad/s$^2$

**Câu 4.** Một bánh xe quay đều xung quanh một trục cố định với tần số 3600 vòng/phút. Tốc độ góc của bánh xe này là

A. $120\pi$ rad/s.
B. $160\pi$ rad/s.
C. $180\pi$ rad/s.
D. $240\pi$ rad/s.

**Câu 5.** Kim giờ của một chiếc đồng hồ có chiều dài bằng 3/4 chiều dài kim phút. Coi như các kim quay đều. Tỉ số tốc độ góc của đầu kim phút và đầu kim giờ là

A. 12.
B. 1/12.
C. 24.
D. 1/24.

**Câu 6.** Kim giờ của một chiếc đồng hồ có chiều dài bằng 3/4 chiều dài kim phút. Coi như các kim quay đều. Tỉ số giữa vận tốc dài của đầu kim phút và đầu kim giờ là

A. 1/16. B. 16. C. 1/9. D. 9.

**Câu 7.** Kim giờ của một chiếc đồng hồ có chiều dài bằng 3/4 chiều dài kim phút. Coi như các kim quay đều. Tỉ số gia tốc hướng tâm của đầu kim phút và đầu kim giờ là

A. 92. B. 108. C. 192. D. 204.

**Câu 8.** Một bánh xe quay đều xung quanh một trục cố định với tần số góc 3600 vòng/phút. Trong thời gian 1,5s bánh xe quay được một góc bằng

A. 90π rad. B. 120π rad. C. 150π rad. D. 180π rad.

**Câu 9.** Một bánh xe quay nhanh dần đều từ trạng thái đứng yên sau 2s nó đạt vận tốc góc 10rad/s. Gia tốc góc của bánh xe là

A. 2,5 rad/$s^2$. B. 5,0 rad/$s^2$. C. 10,0 rad/$s^2$. D. 12,5 rad/$s^2$.

**Câu 10.** Một vật rắn quay nhanh dần đều xung quanh một trục cố định. Sau thời gian t kể từ lúc vật bắt đầu quay thì góc mà vật quay được

A. tỉ lệ thuận với t. B. tỉ lệ thuận với $t^2$.

C. tỉ lệ thuận với $\sqrt{t}$. D. tỉ lệ nghịch với $\sqrt{t}$.

**Câu 11.** Một bánh xe có đường kính 4m quay với gia tốc góc không đổi 4 rad/$s^2$, $t_0 = 0$ là lúc bánh xe bắt đầu quay. Tại thời điểm t = 2s vận tốc góc của bánh xe là

A. 4 rad/s. B. 8 rad/s. C. 9,6 rad/s. D. 16 rad/s.

**Câu 12.** Một bánh xe có đường kính 4m quay với gia tốc góc không đổi 4 rad/$s^2$, $t_0 = 0$ là lúc bánh xe bắt đầu quay. Gia tốc hướng tâm của một điểm P trên vành bánh xe ở thời điểm t = 2s là

A. 16 m/$s^2$. B. 32 m/$s^2$. C. 64 m/$s^2$. D. 128 m/$s^2$.

**Câu 13.** Một bánh xe có đường kính 4m quay với gia tốc góc không đổi 4 rad/$s^2$, $t_0 = 0$ là lúc bánh xe bắt đầu quay. Vận tốc dài của một điểm P trên vành bánh xe ở thời điểm t = 2s là

A. 16 m/s. B. 18 m/s. C. 20 m/s. D. 24 m/s.

**Câu 14.** Một bánh xe có đường kính 4m quay với gia tốc góc không đổi 4 rad/$s^2$. Gia tốc tiếp tuyến của điểm P trên vành bánh xe là

A. 4 m/$s^2$. B. 8 m/$s^2$. C. 12 m/$s^2$. D. 16 m/$s^2$.

**Câu 15.** Một bánh xe có đường kính 50cm quay nhanh dần đều trong 4s vận tốc góc tăng từ 120vòng/phút lên 360vòng/phút. Gia tốc hướng tâm của điểm M ở vành bánh xe sau khi tăng tốc được 2s là

A. 157,8 $m/s^2$. B. 162,7 $m/s^2$. C. 183,6 $m/s^2$. D. 196,5 $m/s^2$.

**Câu 16.** Một bánh xe có đường kính 50cm quay nhanh dần đều trong 4s vận tốc góc tăng từ 120 vòng/phút lên 360 vòng/phút. Gia tốc tiếp tuyến của điểm M ở vành bánh xe là

A. 0,25π $m/s^2$. B. 0,50π $m/s^2$. C. 0,75π $m/s^2$. D. 1,00π $m/s^2$.

**Câu 17.** Một bánh xe quay nhanh dần đều trong 4s vận tốc góc tăng từ 120 vòng/phút lên 360 vòng/phút. Vận tốc góc của điểm M ở vành bánh xe sau khi tăng tốc được 2s là

A. 8π rad/s. B. 10π rad/s. C. 12π rad/s. D. 14π rad/s.

**Câu 18.** Một bánh xe đang quay với vận tốc góc 36 rad/s thì bị hãm lại với một gia tốc góc không đổi có độ lớn 3rad/$s^2$. Thời gian từ lúc hãm đến lúc bánh xe dừng hẳn là

A. 4s. B. 6s. C. 10s. D. 12s.

**Câu 19.** Một bánh xe đang quay với vận tốc góc 36rad/s thì bị hãm lại với một gia tốc góc không đổi có độ lớn 3rad/$s^2$. Góc quay được của bánh xe kể từ lúc hãm đến lúc dừng hẳn là

A. 96 rad. B. 108 rad. C. 180 rad. D. 216 rad.

**Câu 20.** Một bánh xe quay nhanh dần đều trong 4s vận tốc góc tăng từ 120vòng/phút lên 360vòng/phút. Gia tốc góc của bánh xe là

A. 2π rad/$s^2$. B. 3π rad/$s^2$. C. 4π rad/$s^2$. D. 5π rad/$s^2$.

**Câu 21.** Phát biểu nào sau đây là **không đúng**?

A. Mômen quán tính của vật rắn đối với một trục quay lớn thì sức ì của vật trong chuyển động quay quanh trục đó lớn.

B. Mômen quán tính của vật rắn phụ thuộc vào vị trí trục quay và sự phân bố khối lượng đối với trục quay.

C. Mômen lực tác dụng vào vật rắn làm thay đổi tốc độ quay của vật.

D. Mômen lực dương tác dụng vào vật rắn làm cho vật quay nhanh dần.

**Câu 22.** Một chất điểm chuyển động tròn xung quanh một trục có mômen quán tính đối với trục là I, kết luận nào sau đây là **không đúng**?

A. Tăng khối lượng của chất điểm lên hai lần thì mômen quán tính tăng lên hai lần.

B. Tăng khoảng cách từ chất điểm đến trục quay lên hai lần thì mômen quán tính tăng 2 lần.

C. Tăng khoảng cách từ chất điểm đến trục quay lên hai lần thì mômen quán tính tăng 4 lần.

D. Tăng đồng thời khối lượng của chất điểm lên hai lần và khoảng cách từ chất điểm đến trục quay lên hai lần thì mômen quán tính tăng 8 lần.

**Câu 23.** Một mômen lực không đổi tác dụng vào vật có trục quay cố định. Trong các đại lượng sau đại lượng nào không phải là hằng số?

A. Gia tốc góc

B. Vận tốc góc

C. Mômen quán tính

D. Khối lượng.

**Câu 24.** Tác dụng một mômen lực M = 0,32 Nm lên một chất điểm chuyển động trên một đường tròn làm chất điểm chuyển động với gia tốc góc không đổi $\gamma = 2,5 rad/s^2$. Mômen quán tính của chất điểm đối với trục đi qua tâm và vuông góc với đường tròn đó là

A. 0,128 $kgm^2$.

B. 0,214 $kgm^2$.

C. 0,315 $kgm^2$.

D. 0,412 $kgm^2$.

**Câu 25.** Một bánh xe có gia tốc góc $5 rad/s^2$ trong 8s dưới tác dụng của momen ngoại lực và momen lực ma sát. Sau đó momen ngoại lực ngừng tác dụng, bánh xe quay chậm dần đều và dừng lại sau 10 vòng quay. Thời gian bánh xe quay tổng cộng bằng

A. 16,14s.

B. 15,14s.

C. 12,12s.

D. 11,14s.

**Câu 26.** Tác dụng một mômen lực M = 0,32 Nm lên một chất điểm chuyển động trên một đường tròn làm chất điểm chuyển động với gia tốc góc không đổi $\gamma = 2,5 rad/s^2$. Bán kính đường tròn là 40cm thì khối lượng của chất điểm là

A. m = 1,5 kg.

B. m = 1,2 kg.

C. m = 0,8 kg.

D. m = 0,6 kg.

**Câu 27.** Một đĩa mỏng, phẳng, đồng chất có bán kính 2m có thể quay được xung quanh một trục đi qua tâm và vuông góc với mặt phẳng đĩa. Tác dụng vào đĩa một mômen lực 960 Nm không đổi, đĩa chuyển động quay quanh trục với gia tốc góc 3 rad/s$^2$. Khối lượng của đĩa là

A. m = 960 kg. B. m = 240 kg. C. m = 160 kg. D. m = 80 kg.

**Câu 28.** Một ròng rọc có bán kính 10cm, có mômen quán tính đối với trục là $I = 10^{-2}$ kgm$^2$. Ban đầu ròng rọc đang đứng yên, tác dụng vào ròng rọc một lực không đổi F = 2N tiếp tuyến với vành ngoài của nó. Gia tốc góc của ròng rọc là

A. 14 rad/s$^2$. B. 20 rad/s$^2$. C. 28 rad/s$^2$. D. 35 rad/s$^2$.

**Câu 29.** Một ròng rọc có bán kính 10cm, có mômen quán tính đối với trục là $I = 10^{-2}$ kgm$^2$. Ban đầu ròng rọc đang đứng yên, tác dụng vào ròng rọc một lực không đổi F = 2N tiếp tuyến với vành ngoài của nó. Sau khi vật chịu tác dụng lực được 3s thì vận tốc góc của nó là

A. 60 rad/s. B. 40 rad/s. C. 30 rad/s. D. 20rad/s.

**Câu 30.** Một đĩa mài có mômen quán tính đối với trục quay của nó là 1,2kgm$^2$. Đĩa chịu một mômen lực không đổi 16Nm, sau 33s kể từ lúc khởi động vận tốc góc của đĩa là

A. 20rad/s. B. 36rad/s. C. 44rad/s. D. 52rad/s.

**Câu 31.** Một đĩa đặc có bán kính 0,25m, đĩa có thể quay xung quanh trục đối xứng đi qua tâm và vuông góc với mặt phẳng đĩa. Đĩa chịu tác dụng của một mômen lực không đổi 3Nm. Sau 2s kể từ lúc đĩa bắt đầu quay vận tốc góc của đĩa là 24 rad/s. Mômen quán tính của đĩa là

A. I = 3,60 kgm$^2$. B. I = 0,25 kgm$^2$.

C. I = 7,50 kgm$^2$. D. I = 1,85 kgm$^2$.

**Câu 32.** Phát biểu nào sau đây là **đúng**?

A. Khi một vật rắn chuyển động tịnh tiến thẳng thì mômen động lượng của nó đối với một trục quay bất kỳ không đổi.

B. Mômen quán tính của vật đối với một trục quay là lớn thì mômen động lượng của nó đối với trục đó cũng lớn.

C. Đối với một trục quay nhất định nếu mômen động lượng của vật tăng 4 lần thì mômen quán tính của nó cũng tăng 4 lần.

D. Mômen động lượng của một vật bằng không khi hợp lực tác dụng lên vật bằng không.

**Câu 33.** Một thanh nhẹ dài 1m quay đều trong mặt phẳng ngang xung quanh trục thẳng đứng đi qua trung điểm của thanh. Hai đầu thanh có hai chất điểm có khối lượng 2kg và 3kg. Vận tốc của mỗi chất điểm là 5m/s. Mômen động lượng của thanh là

A. $L = 7,5\ kgm^2/s$.
B. $L = 10,0\ kgm^2/s$.
C. $L = 12,5\ kgm^2/s$.
D. $L = 15,0\ kgm^2/s$.

**Câu 34.** Các vận động viên nhảy cầu xuống nước có động tác "bó gối" thật chặt ở trên không là nhằm để

A. giảm mômen quán tính để tăng tốc độ quay.
B. tăng mômen quán tính để tăng tốc độ quay.
C. giảm mômen quán tính để tăng mômen động lượng.
D. tăng mômen quán tính để giảm tốc độ quay.

**Câu 35.** Một đĩa đặc có bán kính 0,25m, đĩa có thể quay xung quanh trục đối xứng đi qua tâm và vuông góc với mặt phẳng đĩa. Đĩa chịu tác dụng của một mômen lực không đổi 3Nm. Mômen động lượng của đĩa tại thời điểm t = 2s kể từ khi đĩa bắt đầu quay là

A. $2\ kgm^2/s$.
B. $4\ kgm^2/s$.
C. $6\ kgm^2/s$.
D. $7\ kgm^2/s$.

**Câu 36.** Các ngôi sao được sinh ra từ những khối khí lớn quay chậm và co dần thể tích lại do tác dụng của lực hấp dẫn. Vận tốc góc quay của sao

A. không đổi.
B. tăng lên.
C. giảm đi.
D. bằng không.

**Câu 37.** Điều nào sau đây là **sai** khi nói động năng chuyển động tịnh tiến. Một vật rắn khối lượng m chuyển động tịnh tiến với vận tốc v thì động năng của nó được xác định bằng công thức

A. $W_đ = \frac{1}{2}\sum m_i v_i^2$ ; $v_i$ là vận tốc của một phần tử của vật.

B. $W_đ = \frac{1}{2}mv^2$.

C. $W_đ = \frac{1}{2}mv_c^2$; $v_c$ là vận tốc của khối tâm.

D. $W_đ = \frac{1}{2}(mv)^2$.

**Câu 38.** Xét một vật rắn đang quay quanh một trục cố định với tốc độ góc ω. Kết luận nào sau đây là **đúng**?

A. Vận tốc góc tăng 2 lần thì động năng tăng 4 lần.
B. Mômen quán tính tăng hai lần thì động năng tăng 2 lần.
C. Vận tốc góc giảm hai lần thì động năng giảm 4 lần.
D. Cả ba đáp án trên đều sai vì đều thiếu dữ kiện.

**Câu 39.** Một bánh xe có mômen quán tính đối với trục quay cố định là $12kgm^2$ quay đều với tốc độ 30 vòng/phút. Động năng của bánh xe là

A. $E_đ = 360,0J$. B. $E_đ = 236,8J$.

C. $E_đ = 180,0J$. D. $E_đ = 59,20J$.

**Câu 40.** Một xe có khối lượng $m_1 = 100kg$ (không kể bánh) với 4 bánh xe mà mỗi bánh là một đĩa tròn khối lượng $m_2 = 10kg$ lăn không trượt trên mặt phẳng ngang với vận tốc của khối tâm là V = 10m/s. Động năng toàn phần của xe là

A. $8.10^3J$. B. $7.10^3J$ C. $7,5.10^3J$. D. 800J.

**Câu 41.** Coi trái đất là một quả cầu đồng tính có khối lượng $M = 6.10^{24}kg$, bán kính R = 6400 km. Mômen động lượng của trái đất trong sự quay quanh trục của nó là

A. $5,18.10^{30}$ $kgm^2/s$. B. $5,83.10^{31}$ $kgm^2/s$.

C. $6,28.10^{32}$ $kgm^2/s$. D. $7,15.10^{33}$ $kgm^2/s$.

**Câu 42.** Hai đĩa mỏng nằm ngang có cùng trục quay thẳng đứng đi qua tâm của chúng. Đĩa 1 có mômen quán tính $I_1$ đang quay với tốc độ $\omega_0$, đĩa 2 có mômen quán tính $I_2$ ban đầu đang đứng yên. Thả nhẹ đĩa 2 xuống đĩa 1 sau một khoảng thời gian ngắn hai đĩa cùng quay với tốc độ góc $\omega$

A. $\omega = \frac{I_1}{I_2}\omega_0$. B. $\omega = \frac{I_2}{I_1}\omega_0$.

C. $\omega = \frac{I_2}{I_1 + I_2}\omega_0$. D. $\omega = \frac{I_1}{I_2 + I_2}\omega_0$.

**Câu 43.** Một sàn quay có bán kính R, momen quán tính I đang đứng yên. Một người có khối lượng M đứng ở mép sàn ném một hòn đá có khối lượng m theo phương ngang, tiếp tuyến với mép sàn với vận tốc là v. Bỏ qua ma sát. Vận tốc góc của sàn sau đó là

A. $\frac{mv}{MR^2 + I}$. B. $\frac{mvR}{MR^2 + I}$. C. $\frac{mvR^2}{MR^2 + I}$. D. $\frac{mR^2}{MR^2 + I}$.

**Câu 44.** Một mômen lực có độ lớn 30Nm tác dụng vào một bánh xe có mômen quán tính đối với trục bánh xe là $2kgm^2$. Nếu bánh xe quay nhanh dần đều từ trạng thái nghỉ thì gia tốc góc của bánh xe là

A. $\gamma = 15$ $rad/s^2$. B. $\gamma = 18$ $rad/s^2$.

C. $\gamma = 20$ $rad/s^2$. D. $\gamma = 23$ $rad/s^2$.

**Câu 45.** Một mômen lực có độ lớn 30Nm tác dụng vào một bánh xe có mômen quán tính đối với trục bánh xe là $2kgm^2$. Nếu bánh xe quay nhanh dần đều từ trạng thái nghỉ thì tốc độ góc mà bánh xe đạt được sau 10s là

A. $\omega = 120$ rad/s.
B. $\omega = 150$ rad/s.
C. $\omega = 175$ rad/s.
D. $\omega = 180$ rad/s.

**Câu 46.** Một mômen lực có độ lớn 30Nm tác dụng vào một bánh xe có mômen quán tính đối với trục bánh xe là $2kgm^2$. Nếu bánh xe quay nhanh dần đều từ trạng thái nghỉ thì động năng của bánh xe ở thời điểm t = 10 s là

A. $W_đ = 18,3$ kJ.
B. $W_đ = 20,2$ kJ.
C. $W_đ = 22,5$ kJ.
D. $W_đ = 24,6$ kJ.

**Câu 47.** Dao động được mô tả bằng biểu thức $x = A\cos(\omega t + \varphi)$, trong đó A, ω, φ là hằng số, được gọi là dao động gì?

A. Tuần hoàn
B. Tắt dần
C. Điều hoà
D. Cưỡng bức

**Câu 48.** Pha của dao động được dùng để xác định:

A. Biên độ dao động
B. Trạng thái dao động
C. Tần số dao động
D. Chu kì dao động

**Câu 49.** Đối với dao động tuần hoàn, khoảng thời gian ngắn nhất sau đó trạng thái dao động lặp lại như cũ gọi là:

A. Tần số dao động
B. Chu kì dao động
C. Pha ban đầu
D. Tần số góc

**Câu 50.** Chu kì dao động điều hoà của con lắc lò xo phụ thuộc vào:

A. Biên độ dao động
B. Cấu tạo của con lắc
C. Cách kích thích dao động
D. Cả A và C đều đúng

**Câu 51.** Kết luận nào sau đây **đúng** khi tăng khối lượng của vật thì chu kì dao động của:

A. Con lắc đơn và con lắc lò xo đều tăng
B. Con lắc đơn và con lắc lò xo đều giảm
C. Con lắc đơn và con lắc lò xo đều không thay đổi
D. Con lắc đơn không thay đổi còn của con lắc lò xo tăng.

**Câu 52.** Vận tốc của chất điểm dao động điều hoà có độ lớn cực đại khi:

A. Li độ có độ lớn cực đại
B. Li độ bằng không
C. Gia tốc có dộ lớn cực đại
D. Pha cực đại

**Câu 53.** Trong dao động điều hoà, giá trị gia tốc của vật:

A. Tăng khi giá trị vận tốc tăng

B. Không thay đổi

C. Giảm khi giá trị vận tốc tăng

D. Tăng hay giảm tuỳ thuộc vào giá trị vận tốc ban đầu của vật.

**Câu 54.** Đồ thị biểu diễn sự thay đổi của gia tốc theo li độ trong dao động điều hòa có hình dạng là:

A. Đoạn thẳng

B. Đường thẳng

C. Đường elíp

D. Đường tròn

**Câu 55.** Trong dao động điều hòa của một vật quanh vị trí cân bằng, phát biểu nào sau đây **đúng** đối với lực đàn hồi tác dụng lên vật ?

A. Có giá trị không đổi.

B. Tỷ lệ với khoảng cách từ vật đến vị trí cân bằng và hướng về vị trí ấy.

C. Tỷ lệ nghịch với khoảng cách từ vật đến vị trí cân bằng và hướng ra xa vị trí ấy.

D. Tỷ lệ với khoảng cách từ vật đến vị trí cân bằng và hướng ra xa vị trí ấy.

**Câu 56.** Chọn câu **đúng** trong các câu sau:

A. Dao động điều hoà là một dao động tắt dần theo thời gian

B. Chu kì dao động điều hoà phụ thuộc vào biên độ dao động

C. Khi vật dao động ở vị trí biên thì thế năng của vật lớn nhất

D. Biên độ dao động là giá trị cực tiểu của li độ

**Câu 57.** Trong dao động điều hoà, gia tốc biến đổi

A. Cùng pha với li độ

B. Sớm pha $\pi/2$ so với li độ

C. Ngược pha với li độ

D. Trễ pha $\pi/2$ so với li độ

**Câu 58.** Trong dao động điều hoà, gia tốc biến đổi

A. Cùng pha với vận tốc

B. Sớm pha $\pi/2$ so với vận tốc

C. Ngược pha với vận tốc

D. Trễ pha $\pi/2$ so với vận tốc

**Câu 59.** Khi vật dao động điều hoà thì :

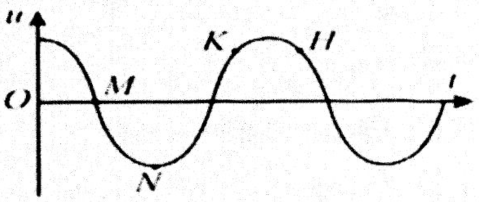
A. véc tơ vận tốc và gia tốc luôn cùng chiều chuyển động.

B. véc tơ vận tốc và gia tốc đổi chiều khi vật đi qua vị trí cân bằng.

C. véc tơ vận tốc và véc tơ gia tốc biến thiên theo hàm bậc nhất với thời gian.

D. véc tơ vận tốc luôn cùng hướng chuyển động, véc tơ gia tốc luôn hướng về vị trí cân bằng.

**Câu 60.** Đồ thị hình dưới biểu diễn sự biến thiên của li độ u theo thời gian t của một vật dao động điều hòa. Tại điểm nào, trong các điểm M, N, K và H gia tốc và vận tốc của vật có hướng ngược nhau.



Hình 4.1

A. Điểm M B. Điểm N

C. Điểm K D. Điểm H

**Câu 61.** Hai vật dao động điều hòa cùng tần số và ngược pha. Kết luận nào sau đây là **đúng**

A. li độ của mỗi dao động ngược pha với vận tốc của nó

B. li độ của hai dao động luôn trái dấu và cùng độ lớn

C. nếu hai dao động có cùng biên độ thì khoảng cách giữa chúng bằng không

D. Li độ của vật này cùng pha với gia tốc của vật kia

**Câu 62.** Năng lượng của dao động điều hoà (chọn câu **đúng**)

A. bằng động năng của vật khi qua vị trí cân bằng.

B. biến thiên điều hoà theo thời gian với chu kì T.

C. tăng 2 lần khi biên độ tăng gấp đôi.

D. biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì 2T. (trong đó T là chu kì của dao động điều hoà).

**Câu 63.** Động năng của dao động điều hoà biến đổi theo thời gian:

A. Tuần hoàn với chu kì T B. Không đổi

C. Như một hàm cos D. Tuần hoàn với chu kì T/2

**Câu 64.** Chọn câu **sai** khi nói về chất điểm dao động điều hoà:

A. Khi chất điểm chuyển động về vị trí cân bằng thì chuyển động nhanh dần đều

B. Khi qua vị trí cân bằng, vận tốc của chất điểm có độ lớn cực đại

C. Khi vật ở vị trí biên, li độ của chất điểm có giá trị cực đại

D. Khi qua vị trí cân bằng, gia tốc của chất điểm bằng không

**Câu 65.** Chọn câu **đúng** trong các câu sau khi nói về năng lượng trong dao động điều hoà

A. Khi vật chuyển động về vị trí cân bằng thì thế năng của vật tăng

B. Khi động năng của vật tăng thì thế năng cũng tăng

C. Khi vật dao động ở vị trí cân bằng thì động năng của hệ lớn nhất

D. Khi vật chuyển động về vị trí biên thì động năng của vật tăng

**Câu 66.** Trong một dao động điều hoà, khi li độ bằng nửa biên độ thì động năng bằng

A. $\frac{1}{3}$cơ năng.  B. $\frac{2}{3}$cơ năng.  C. $\frac{1}{2}$cơ năng.  D. $\frac{3}{4}$ cơ năng.

**Câu 67.** Động năng của 1 vật dao động điều hòa với biên độ A sẽ bằng 3 lần thế năng khi li độ x của nó bằng:

A. A/3  B. A/2  C. $A/\sqrt{3}$  D. $A/\sqrt{2}$

**Câu 68.** Dao động cơ học đổi chiều khi:

A. Lực tác dụng có độ lớn cực tiểu B. Lực tác dụng bằng không

C. Lực tác dụng có độ lớn cực đại D. Lực tác dụng đổi chiều

**Câu 69.** Thế nào là dao động tự do?

A. Là dao động tuần hoàn

B. Là dao động điều hoà

C. Là dao động không chịu tác dụng của lực cản

D. Là dao động phụ thuộc vào các đặc tính riêng của hệ, không phụ thuộc vào các yếu tố bên ngoài

**Câu 70.** Phát biểu nào ***sai*** khi nói về dao động tắt dần:

A. Biên độ dao động giảm dần

B. Cơ năng dao động giảm dần

C. Tần số dao động càng lớn thì sự tắt dần càng chậm

D. Lực cản và lực ma sát càng lớn thì sự tắt dần càng nhanh

**Câu 71.** Trong những dao động tắt dần sau, trường hợp nào tắt dần nhanh là có lợi:

A. Dao động của khung xe qua chỗ đường mấp mô

B. Dao động của đồng hồ quả lắc

C. Dao động của con lắc lò xo trong phòng thí nghiệm

D. Cả B và C đều đúng

**Câu 72.** Dao động duy trì là dao động tắt dần mà ta đã:

A. Làm mất lực cản môi trường đối với vật chuyển động

B. Tác dụng ngoại lực biến đổi điều hoà theo thời gian vào vật

C. Tác dụng ngoại lực vào vật dao động cùng chiều với chuyển động trong một phần của từng chu kì

D. Kích thích lại dao động khi dao động bị tắt dần

**Câu 73.** Chọn câu ***sai*** khi nói về dao động cưỡng bức:

A. Là dao động dưới tác dụng của ngoại lực biến thiên tuần hoàn

B. Là dao động điều hoà

C. Có tần số bằng tần số của lực cưỡng bức

D. Biên độ dao động thay đổi theo thời gian

**Câu 74.** Biên độ của dao động cưỡng bức không phụ thuộc vào:

A. Hệ số lực cản tác dụng lên vật

B. Tần số ngoại lực tác dụng lên vật

C. Pha ban đầu của ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật

D. Biên độ ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật

**Câu 75.** Dao động dưới tác dụng của ngoại lực biến thiên điều hoà $F = H\sin(\omega t + \varphi)$ gọi là dao động:

A. Điều hoà | B. Cưỡng bức

C. Tự do | D. Tắt dần

**Câu 76.** Biên độ dao động cưỡng bức không phụ thuộc vào:

A. Pha ban đầu của ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật

B. Biên độ ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật

C. Tần số ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật

D. Hệ số lực cản tác dụng lên vật

**Câu 77.** Điều kiện nào sau đây là điều kiện của sự cộng hưởng:

A. Chu kì của lực cưỡng bức phải lớn hơn chu kì riêng của hệ

B. Lực cưỡng bức phải lớn hơn hoặc bằng một giá trị $F_0$ nào đó

C. Tần số của lực cưỡng bức bằng tần số riêng của hệ

D. Tần số của lực cưỡng bức phải lớn hơn nhiều tần số riêng của hệ

**Câu 78.** Chọn câu trả lời **sai**:

A. Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.

B. Dao động cưỡng bức là dao động dưới tác dụng của ngoại lực biến thiên tuần hoàn.

C. Khi cộng hưởng thì tần số dao động của hệ bằng tần số riêng của hệ.

D. Tần số của dao động cưỡng bức luôn bằng tần số dao động riêng của hệ.

**Câu 79.** Một vật dao động điều hoà trên trục Ox, vận tốc vật khi qua vị trí cân bằng là 62,8 cm/s và gia tốc cực đại của vật là 2 m/s$^2$. Chọn gốc thời gian là lúc vật có li độ $x_0 = 10\sqrt{2}$ cm theo chiều dương của trục toạ độ. Gốc toạ độ là vị trí cân bằng. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 10\sqrt{2}\cos(\pi t - 3\pi/4)$ cm B. $x = 20\sin(\pi t - 3\pi/4)$ cm

C. $x = 20\cos(\pi t - \pi/4)$ cm D. $x = 10\sqrt{2}\cos(\pi t + \pi/4)$ cm

**Câu 80.** Một chất điểm dao động với tần số 60Hz, biên độ 5 cm. Ở thời điểm ban đầu li độ x = 2,5 cm và đang giảm. Phương trình dao động của chất điểm là.

A. $x = 5\sin(120\pi t + \frac{\pi}{6})$ cm B. $x = 5\sin(120\pi t + \frac{\pi}{3})$ cm

C. $x = 5\cos(120\pi t - \frac{\pi}{3})$ cm D. $x = 5\cos(120\pi t - \frac{\pi}{6})$ cm

**Câu 81.** Một chất điểm dao động điều hoà, biết khi vật có li độ $x_1 = 6$ cm thì vận tốc của nó là $v_1 = 80$ cm/s. Khi chất điểm có li độ $x_2 = 5\sqrt{3}$ cm thì vận tốc của nó là $v_2 = 50$ cm/s. Tần số góc và biên độ dao động của chất điểm là

A. $\omega = 10$ rad/s, A = 10 cm. B. $\omega = 8\sqrt{2}$ rad/s, A = 3.14 cm.

C. $\omega = 10\pi$ rad/s, A = 3,18 cm. D. $\omega = 10\pi$ rad/s, A = 5 cm.

**Câu 82.** Một chất điểm có khối lượng m = 10 g dao động điều hoà trên đoạn thẳng dài 4 cm, tần số 5 Hz. Lúc t = 0, chất điểm ở vị trí cân bằng và bắt đầu di chuyển theo chiều dương của quĩ đạo. Biểu thức toạ độ của vật theo thời gian:

A. $x = 2.\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm B. $x = 2.\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm

C. $x = 2.\cos(10\pi t + \pi)$ cm D. $x = 2.\cos 10\pi t$ cm

**Câu 83.** Cho một vật hình trụ, khối lượng m = 400 g, diện tích đáy S = 50 cm$^2$, nổi trong nước, trục hình trụ có phương thẳng đứng. Ấn hình trụ vào trong nước sao cho vật lệch khỏi vị trí cân bằng một đoạn x theo phương thẳng đứng rồi thả ra. Tính chu kì dao động điều hoà của vật.

A. T = 0,04 s. B. T = 0,56 s. C. T = 0,80 s. D. T = 1,2 s.

**Câu 84.** Vận tốc của một vật dao động điều hòa biến thiên theo thời gian theo phương trình v = 2πcos(0,5πt – 2π/6)cm/s. Vào thời điểm nào sau đây vật qua vị trí có li độ x = 2cm theo chiều dương của trục tọa độ là

A. 6s B. 2s C. 4/3s D. 8/3s

**Câu 85.** Một chất điểm dao động dọc theo trục OX, phương trình dao động là $x = 5\cos(8\pi t - \frac{2\pi}{3})$ cm. Thời gian ngắn nhất vật đi từ lúc bắt đầu dao động đến lúc có li độ là x = 2,5 cm là

A. $\frac{3}{8}$ s B. $\frac{1}{24}$ s. C. $\frac{8}{3}$ s. D. $\frac{1}{12}$ s

**Câu 86.** Chọn phát biểu **đúng** khi nói về lực đàn hồi và lực hồi phục trong dạo động điều hòa

A. Lực hồi phục luôn hướng về phía âm

B. Lực đàn hồi có giá trị cực đại khi vật ở vị trí biên

C. Lực hồi phục luôn hướng về vị trí cân bằng

D. Lực đàn hồi luôn hướng về vị trí cân bằng

**Câu 87.** Một có khối lượng 10g vật dao động điều hoà với biên độ 0,5 m và tần số góc 10 rad/s. Lực hồi phục cực đại tác dụng lên vật là

A. 25N. B. 2,5N. C. 5N. D. 0,5N.

**Câu 88.** Công thức nào sau đây dùng để tính chu kì dao động của lắc lò xo treo thẳng đứng ($\Delta l$ là độ giãn của lò xo ở vị trí cân bằng):

A. $T = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ B. $T = \frac{\pi}{2\omega}$

C. $T = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l}{g}}$ D. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

**Câu 89.** Năng lượng dao động của con lắc lò xo giảm 2 lần khi.

A. khối lượng vật nặng giảm 2 lần

B. khối lượng vật nặng giảm 4 lần.

C. độ cứng lò xo giảm 2 lần.

D. biên độ giảm 2 lần

**Câu 90.** Con lắc lò xo thẳng đứng gồm một vật m = 250g gắn vào một lò xo có k = 100 N/m. Từ vị trí cân bằng của vật người ta kéo vật xuống để lực đàn hồi tác dụng lên điểm treo lò xo là 4,5 N rồi truyền cho vật vận tốc $40\sqrt{3}$ cm/s hướng về vị trí cân bằng. Cho g = 10m/s$^2$. Chọn Ox thẳng đứng hướng lên, gốc toạ độ O trùng với vị trí cân bằng của vật. Phương trình dao động của vật là:

A. $x = 4\cos\left(20t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm B. $x = 4\cos\left(20t - \frac{2\pi}{3}\right)$ cm

C. $x = 2\cos\left(20t - \frac{2\pi}{3}\right)$ cm D. $x = 2\cos\left(20t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm

**Câu 91.** Một con lắc lò xo được treo thẳng đứng, đầu trên cố định, đầu dưới gắn vật nhỏ. Khi vật ở trạng thái cân bằng, lò xo giãn đoạn 2,5 cm. Cho con lắc lò xo dao động điều hoà theo phương thẳng đứng. Trong quá trình con lắc dao động, chiều dài của lò xo thay đổi trong khoảng từ 25 cm đến 30 cm. Lấy g = 10 m.s$^{-2}$. Vận tốc cực đại của vật trong quá trình dao động là

A. 100 cm/s. B. 50 cm/s. C. 5 cm/s. D. 10 cm/s.

**Câu 92.** Hai con lắc lò xo dao động điều hòa. Chúng có độ cứng của các lò xo bằng nhau, nhưng khối lượng các vật hơn kém nhau 90g. Trong cùng 1 khoảng thời gian con lắc 1 thực hiện được 12 dao động, con lắc 2 thực hiện được 15 dao động. Khối lượng các vật của 2 con lắc là

A. 450g và 360g B. 270g và 180g

C. 250g và 160g D. 210g và 120g

**Câu 93.** Cho một vật nặng M, khối lượng m = 1 kg treo vào một lò xo thẳng đứng có độ cứng k = 400 N/m. Gọi Ox là trục toạ độ có phương trùng với phương dao động của M, và có chiều hướng lên trên. Điểm gốc O trùng với vị trí cân bằng. Khi M dao động tự do với biên độ 5 cm, tính động năng $E_{d1}$ và $E_{d2}$ của quả cầu khi nó đi ngang qua vị trí $x_1$ = 3 cm và $x_2$ = –3 cm.

A. $E_{d1}$ = 0,18 J và $E_{d2}$ = 0,32 J. B. $E_{d1}$ = 0,18 J và $E_{d2}$ = 0,18 J.

C. $E_{d1}$ = 0,32 J và $E_{d2}$ = 0,18 J. D. $E_{d1}$ = 0,32 J và $E_{d2}$ = 0,32 J.

**Câu 94.** Một con lắc lò xo gồm lò xo nhẹ có k = 100 N/m và m = 100 g dao động điều hoà trên mặt phẳng nằm ngang với biên độ A = 1 cm. Lúc t = 0 vật ở li độ $x_0$ = 0,5 cm và đang đi xa vị trí cân bằng. Vật đi được quãng đường 9 cm sau thời gian

A. 0,407 s B. 0,47 s C. 0,433 s D. 0,74 s.

**Câu 95.** Một con lắc lò xo gồm lò xo nhẹ có độ cứng $k = 100\ N/m$ và vật nhỏ có khối lượng $m = 250\ g$, dao động điều hoà với biên độ $A = 6\ cm$. Chọn gốc thời gian là lúc vật đi qua vị trí cân bằng. Tính từ gốc thời gian ($t_0 = 0$ s), sau $\frac{7\pi}{120}$(s) vật đi được quãng đường

A. 9 cm. B. 15 cm. C. 3 cm. D. 14 cm.

**Câu 96.** Một con lắc đơn gồm một dây treo dài 1,2 m, mang một vật nặng khối lượng m = 0,2 kg, dao động ở nơi gia tốc trọng trường $g = 10\ m/s^2$. Chu kỳ dao động của con lắc khi biên độ nhỏ là

A. 0,7s B. 1,5s C. 2,1s D. 2,5s.

**Câu 97.** Một con lắc đơn có độ dài bằng 1 m. Trong khoảng thời gian $\Delta t$ nó thực hiện 12 dao động. Khi giảm độ dài của nó bớt 16 cm thì trong cùng khoảng thời gian $\Delta t$ như trên, con lắc thực hiện 20 dao động. Cho biết $g = 9{,}8\ m/s^2$. Tính độ dài ban đầu của con lắc.

A. 60cm B. 50cm C. 40cm D. 25cm.

**Câu 98.** Một con lắc đơn có độ dài $l$ = 120 cm. Người ta thay đổi độ dài của nó sao cho chu kì dao động mới chỉ bằng 90% chu kì dao động ban đầu. Tính độ dài mới.

A. 133,33 cm. B. 108 cm. C. 97,2 cm. D. 148,148 cm.

**Câu 99.** Hai con lắc đơn có chu kỳ $T_1 = 2{,}0s$ và $T_2 = 3{,}0s$. Tính chu kỳ con lắc đơn có độ dài bằng tổng độ dài bằng tổng chiều dài hai con lắc nói trên.

A. T = 2,5 s B. T = 3,6 s C. T = 4,0 s D. T = 5,0 s

**Câu 100.** Một con lắc đơn có chu kì dao động là T = 2s, trong quá trình dao động góc lệch cực đại của dây treo là 0,04 rad so với phương thẳng đứng. Cho rằng quỹ đạo chuyển động là thẳng chọn gốc thời gian lúc vật có li độ góc $\alpha = 0{,}02$ rad và đang tăng, gốc toạ độ ở vị trí cân bằng. Phương trình dao động của vật là.

A. $\alpha = 0{,}04\cos(\pi t - \frac{2\pi}{3})$ rad. B. $\alpha = 0{,}04\cos(\pi t - \frac{\pi}{3})$ rad.

C. $\alpha = 0{,}04\cos(\pi t + \frac{\pi}{2})$ rad. D. $\alpha = 0{,}04\sin(\pi t + \frac{2\pi}{3})$ rad.

**Câu 101.** Một con lắc đơn dao động bé với biên độ 4cm. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp vận tốc của vật đạt giá trị cực đại là 0,05s. Khoảng thời gian ngắn nhất để nó đi từ vị trí có li độ $s_1$ = 2cm đến li độ $s_2$ = 4cm là:

A. $\frac{1}{120}$s B. $\frac{1}{100}$s C. $\frac{1}{80}$s D. $\frac{1}{60}$s

**Câu 102.** Một con lắc đơn gồm một quả cầu kim loại nhỏ, khối lượng m = 1g, tích điện dương $q = 5,66.10^{-7}C$, được treo vào một sợi dây mảnh dài $l$ = 1,40m trong điện trường đều có phương nằm ngang, E = 10.000 V/m, tại một nơi có gia tốc trọng trường g = 9,79 $m/s^2$. Con lắc ở vị trí cân bằng khi phương của dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc

A. $10^0$ B. $20^0$ C. $30^0$ D. $60^0$

**Câu 103.** Một con lắc đơn có chu kỳ T = 1s trong vùng không có điện trường, quả lắc có khối lượng m = 10 g bằng kim loại mang điện tích $q = 10^{-5}C$. Con lắc được đem treo trong điện trường đều giữa hai bản kim loại phẳng song song mang điện tích trái dấu, đặt thẳng đứng, hiệu điện thế giữa hai bản bằng 400 V. Kích thước các bản kim loại rất lớn so với khoảng cách d = 10 cm giữa chúng. Tìm chu kì con lắc khi dao động trong điện trường giữa hai bản kim loại.

A. 0,964 B. 0,928s C. 0,631s D. 0,580s

**Câu 104.** Một đồng hồ con lắc đếm giây (T = 2s) mỗi ngày chạy nhanh 120s. Hỏi chiều dài con lắc phải được điều chỉnh như thế nào để đồng hồ chạy đúng.

A. Tăng 0,3% B. Giảm 0,3% C. Tăng 0,2% D. Giảm 0,2%

**Câu 105.** Một con lắc đơn có chu kì dao động trên mặt đất là $T_0$ = 2s. Lấy bán kính Trái Đất R = 6400 km. Đưa con lắc lên độ cao h = 3200 m và coi nhiệt độ không đổi thì chu kì con lắc bằng

A. 2,001 s B. 2,0001 s C. 2,0005 s D. 3 s.

**Câu 106.** Khối lượng và bán kính của một hành tinh lớn hơn khối lượng và bán kính trái đất 2 lần. Chu kì dao động của con lắc đồng hồ trên Trái Đất là T. Nếu đưa đồng hồ lên hành tinh này thì chu kì dao động của con lắc đồng hồ đó là (coi chiều dài là không đổi).

A. $T' = \frac{T}{\sqrt{2}}$. B. $T' = \sqrt{2}T$. C. T' = 0,5T. D. T' = 4T

**Câu 107.** Một con lắc đơn có chu kỳ T = 2,4s khi ở trên Mặt Đất. Hỏi chu kỳ con lắc sẽ bằng bao nhiêu khi đem lên Mặt Trăng, biết rằng khối lượng trái đất lớn hơn khối lượng mặt trăng 81 lần, và bán kính trái đất lớn hơn bán kính mặt trăng 3,7 lần. Xem như ảnh hưởng của nhiệt độ không đáng kể.

A. T' = 2,0 s B. T' = 2,4 s C. T' = 4,8 s D. T' = 5,8 s

**Câu 108.** Phát biểu nào sau đây là ***sai*** khi nói về biên độ của dao động tổng hợp của hai dao động điều hoà cùng phương cùng tần số:

A. Phụ thuộc vào độ lệch pha của hai dao động thành phần

B. Phụ thuộc vào tần số của hai dao động thành phần

C. Lớn nhất khi hai dao động thành phần cùng pha

D. Nhỏ nhất khi hai dao động thành phần ngược pha

**Câu 109.** Một vật tham gia đồng thời 2 dao động cùng phương có phương trình: $x_1 = 5\sin 10\pi t$ (cm); $x_2 = 5\cos 10\pi t$ (cm). Phương trình dao động tổng hợp là:

A. $x = 10\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ cm

B. $x = \frac{5}{\sqrt{2}}\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ cm

C. $x = 5\sqrt{2}\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ cm

D. $x = 5\sqrt{2}\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ cm

**Câu 110.** Một vật tham gia 2 dao động điều hoà cùng tần số có phương trình $x_1 = 8\cos(10\pi t - \frac{\pi}{6})$ cm; $x_2 = 8\cos(10\pi t - \frac{2\pi}{3})$ cm. Phương trình dao động tổng hợp của vật là

A. $x = 8\cos(10\pi t)$ cm

B. $x = 8\sqrt{2}\sin(10\pi t - \frac{5\pi}{12})$ cm

C. $x = 8\sqrt{2}\cos(10\pi t - \frac{7\pi}{12})$ cm

D. $x = 16\sin(10\pi t - \frac{5\pi}{12})$ cm

**Câu 111.** Trong quá trình truyền sóng, vận tốc truyền sóng ở một môi trường phụ thuộc vào yếu tố nào sau đây:

A. Năng lượng của sóng.

B. Biên độ dao động của sóng.

C. Tần số sóng.

D. Tính chất của môi trường.

**Câu 112.** Một sóng cơ học ngang truyền trong môi trường vật chất. Tại một thời điểm t bất kì sóng có dạng như hình vẽ. Trong đó $\vec{v}$ là vận tốc dao động của phần tử vật chất tại O. Sóng truyền theo hướng

A. từ x sang y

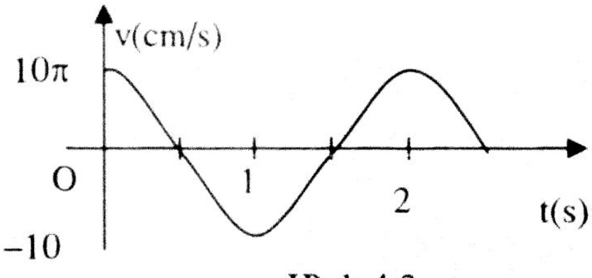
B. từ y sang x

C. từ M sang N

D. từ N sang M.

**Câu 113.** Cho đồ thị vận tốc của một vật dao động điều hòa như hình vẽ. Xác định tính chất chuyển động của vật tại thời điểm t = 1,25s

A. nhanh dần theo chiều âm
B. chậm dần theo chiều âm
C. nhanh dần theo chiều dương
D. chậm dần theo chiều dương



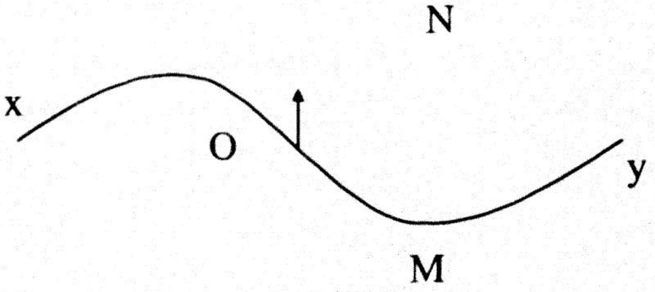

Hình 4.2

**Câu 114.** Dao động tại nguồn của một sóng cơ là dao động điều hòa với tần số 50Hz. Hai điểm M, N trên phương truyền sóng cách nhau 18cm luôn dao động ngược pha nhau. Biết vận tốc truyền sóng nằm trong khoảng 3m/s đến 5m/s. vận tốc đó bằng:

A. 3,2m/s B. 3,6m/s C. 4,25m/s D. 5m/s

**Câu 115.** Một sóng cơ học lan truyền trong một môi trường vật chất, nguồn sóng có pha ban đầu bằng 0, tại một điểm cách nguồn x(m) có phương trình sóng $u = 4\sin(\frac{\pi}{3}t - \frac{2\pi}{3}x)$ (cm). Vận tốc truyền sóng trong môi trường có giá trị

A. 0,5 cm/s B. 50 cm/s C. 1 m/s D. 2 m/s.




Hình 4.3

**Câu 116.** Một sóng ngang truyền trên một sợi dây dài có phương trình sóng là u = 6cos(0,02πx + 4πt), trong đó u và x tính bằng cm, t tính bằng giây. Biên độ bước sóng, vận tốc truyền sóng là.

A. A = 6 cm, λ = 50 cm, v = 200 cm/s

B. A = 6 cm, λ = 200 cm, v = 400 cm/s

C. A = 6 cm, λ = 100 cm, v = 200 cm/s

D. A = 6 cm, λ = 100 cm, v = 400 cm/s

**Câu 117.** Một sóng cơ học lan truyền trong một môi trường mô tả bởi phương trình: $u(x,t) = 0{,}03\cos\pi[2t - 0{,}01x]$, trong đó u và x đo bằng m và t đo bằng giây. Tại một thời điểm đã cho độ lệch pha của hai phần tử nằm trên phương truyền sóng cách nhau 25m là

A. $\pi/8$. B. $\pi/4$. C. $\pi/2$. D. $\pi$.

**Câu 118.** Hai nguồn kết hợp là hai nguồn dao động.

A. cùng tần số, cùng biên độ.

B. cùng pha, cùng biên độ

C. cùng tần số, khác biên độ.

D. cùng tần số có hiệu số pha không đổi.

**Câu 119.** Hai mũi nhọn $S_1$, $S_2$ được gắn vào đầu một cần rung có tần số 20 Hz, được đặt cho chạm nhẹ vào mặt chất lỏng. Gõ nhẹ cho cần rung dao động thì $S_1$, $S_2$ dao động theo phương thẳng đứng. Giữa hai điểm $S_1$, $S_2$ người ta đếm được 12 hypebol, quỹ tích các điểm đứng yên. Khoảng cách giữa 2 đỉnh của 2 hypebol ngoài cùng là 22 cm. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là.

A. v = 160 cm/s B. v = 80 cm /s C. v = 8 cm/s D. v = 16 cm/s

**Câu 120.** Hai nguồn phát sóng $S_1$, $S_2$ trên mặt chất lỏng dao động theo phương vuông góc với bề mặt chất lỏng với cùng tần số f = 50Hz và cùng pha ban đầu, coi biên độ sóng không đổi. Trên đoạn thẳng $S_1S_2$ thấy hai điểm cách nhau 9cm dao động với biên độ cực đại. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng có giá trị $1{,}5m/s < v < 2{,}25m/s$. Vận tốc truyền sóng là:

A. 1,8m/s B. 1,75m/s C. 2m/s D. 2,2m/s

**Câu 121.** Thực hiện giao thoa sóng cơ trên mặt nước với hai nguồn phát sóng ngang kết hợp $S_1$ và $S_2$ nằm trên mặt nước và cách nhau đoạn 14 cm, dao động điều hoà cùng pha và cùng tần số 40 Hz. Điểm M nằm trên mặt nước ($MS_1$ = 32 cm, $MS_2$ = 23 cm) có biên độ dao động cực đại. Giữa M và đường trung trực thuộc mặt nước của đoạn $S_1S_2$ có 5 gợn lồi giao thoa (5 dãy cực đại giao thoa). Sóng truyền trên mặt nước với vận tốc

A. 60 cm/s B. 240 cm/s C. 120 cm/s D. 30 cm/s

**Câu 122.** Trong thí nghiệm giao thoa sóng nước, khoảng cách giữa hai nguồn $S_1S_2$ là a = 11,3 cm, hai nguồn cùng pha có tần số f = 25Hz, vận tốc truyền sóng trên nước là v = 50 cm/s. Số điểm có biên độ cực đại quan sát được trên đường tròn tâm I(là trung điểm của $S_1S_2$) bán kính 2,5cm là

A.11 B.22 C.10 D.12

**Câu 123.** Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, tai 2 điểm A và B, cách nhau 18cm, có 2 nguồn kết hợp dao động đồng pha nhau với biên độ A và tần số bằng 50Hz. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 2m/s. Trên đoạn AB có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực đại?

A. 4 B. 5 C. 9 D. 10

**Câu 124.** Một dây đàn hồi dài 100 cm, có hai đầu A, B cố định. Một sóng truyền với tần số 50 Hz, trên dây đếm được 3 nút sóng, không kể 2 nút A và B. Vận tốc truyền sóng trên dây là

A. 30 m/s B. 25 m/s C. 20 m/s D. 15 m/s.

**Câu 125.** Một sợi dây đàn hồi có sóng dừng với hai tần số liên tiếp là 30Hz; 50Hz. Dây thuộc loại một đầu cố định hay hai đầu cố định. Tính tần số nhỏ nhất để có sóng dừng

A. một đầu cố định; $f_{min}$= 30Hz B. một đầu cố định; $f_{min}$= 10Hz

C. hai đầu cố định; $f_{min}$= 30Hz D. hai đầu cố định; $f_{min}$= 10Hz

**Câu 126.** Sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi có biểu thức:

$u = 2\sin(\frac{\pi x}{4})\cos(20\pi t + \varphi_0)$ cm. Trong đó u là li độ tại thời điểm t của một phần tử M trên dây mà vị trí cân bằng của nó cách gốc O một đoạn là x ( x đo bằng cm; t đo bằng s). Vận tốc truyền sóng trên dây

A. 80 cm/s. B. 40 cm/s. C. 160 cm/s. D. 100 cm/s.

**Câu 127.** Một dây thép dài 90 cm có hai đầu cố định, được kích thích cho dao động bằng một nam châm điện nuôi bằng mạng điện xoay chiều hình sin có tần số 50 Hz. Trên dây có sóng dừng với 6 bó sóng, vận tốc truyền sóng trên dây là

A. 15 m/s. B. 60 m/s. C. 30 m/s. D. 7,5 m/s.

**Câu 128.** Một sợi dây đàn hồi OM = 90 cm có hai đầu cố định. Khi được kích thích trên dây hình thành 3 bó sóng. Biên độ tại bụng là 3 cm, tại N gần O nhất có biên độ dao động là 1,5 cm. ON có giá trị là:

A. 5 cm. B. 7,5 cm. C. 10 cm. D. 2,5 cm.

**Câu 129.** Điều nào sau đây là **sai** khi nói về sóng âm

A. Miền nghe được nằm giữa ngưỡng nghe và ngưỡng đau, phụ thuộc vào tần số âm.

B. Với cùng cường độ âm I, trong khoảng tần số từ 1000 Hz – 5000Hz, khi tần số âm càng lớn âm nghe càng rõ.

C. Miền nghe được phụ thuộc vào cường độ âm chuẩn.

D. Tiếng đàn, tiếng hát là những âm có tần số xác định.

**Câu 130.** Năng lượng sóng âm truyền trong một đơn vị thời gian qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm gọi là

A. cường độ âm  B. độ to của âm

C. mức cường độ âm  D. năng lượng âm.

**Câu 131.** Điều kiện để có thể nghe thấy âm thanh có tần số trong miền nghe được là

A. cường độ âm $\geq 0$  B. mức cường độ âm $\geq 0$

C. cường độ âm $\geq 0{,}1I_0$  D. mức cường độ âm $\geq$ 1dB

**Câu 132.** Miền nghe được phụ thuộc.

A. độ cao của âm.  B. âm sắc của âm.

C. độ to của âm.  D. năng lượng của âm

**Câu 133.** Siêu âm là những sóng âm:

A. Mà tai người không nghe thấy được

B. Do máy bay siêu âm phát ra

C. Có tần số ngưỡng trên (20 kHz) mà tai người cảm nhận được

D. Có tần số lớn hơn 20 kHz

**Câu 134.** Trong thép sóng âm truyền với vận tốc 5000 m/s. Nếu hai điểm gần nhất tại đây các pha của sóng khác nhau một lượng là $\frac{\pi}{2}$ và cách nhau một khoảng là 1m, thì tần số của sóng là.

A. $10^4$ Hz  B. 5000Hz.  C. 2500Hz  D. 1250 Hz

**Câu 135.** Tại một điểm trên phương truyền của một sóng âm, với biên độ bằng 0,20mm, có cường độ âm bằng 2,0W/m$^2$. Cường độ âm tại điểm đó sẽ bằng bao nhiêu nếu biên độ âm bằng 0,3mm.

A. 2,0W/m$^2$.  B. 3,0W/m$^2$.  C. 4,0W/m$^2$.  D. 4,5W/m$^2$.

# ĐÁP ÁN VÀ HƯỚNG DẪN GIẢI

## Chương I. ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN

### Dạng 1. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.1<br>A | 1.2<br>B | 1.3<br>C | 1.4<br>B | 1.5<br>C | 1.6<br>C | 1.7<br>A | 1.8<br>D | 1.9<br>A | 1.10<br>C |
| 1.11<br>A | 1.12<br>A | 1.13<br>D | 1.14<br>A | 1.15<br>B | 1.16<br>A | 1.17<br>D | 1.18<br>D | 1.19<br>B | 1.20<br>B |
| 1.21<br>D | 1.22<br>C | 1.23<br>C | 1.24<br>C | 1.25<br>C | 1.26<br>B | 1.27<br>B | 1.28<br>A | 1.29<br>C | 1.30<br>B |
| 1.31<br>C | 1.32<br>C | 33<br>D | 1.34<br>C | 1.35<br>C | 1.36<br>B | 1.37<br>B | 1.38<br>B | 1.39<br>D | 1.40<br>B |
| 1.41<br>C | 1.42<br>A | 1.43<br>C | 1.44<br>D | 1.45<br>A | 1.46<br>A | | | | |

HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 1.22.** Tốc độ dài của một điểm ở trên cánh quạt và cách trục quay của cánh quạt một đoạn 15 cm: $v = \omega r = 112.0,15 = 16,8\ (m/s)$

Chọn phương án C.

**Câu 1.23.** Đổi: $\omega = 45$ (vòng/phút) $= 45.\frac{2\pi}{60} \approx 4,71\ (rad/s)$

Tốc độ dài tại một điểm nằm ở vành cánh quạt:

$$v = \omega r = \omega\frac{d}{2} = 4,71.\frac{80}{2} = 188,4\ (m/s)$$

Chọn phương án C.

**Câu 1.24.** Vì cánh quạt quay đều nên gia tốc toàn phần của mỗi điểm trên cánh quạy chính là gia tốc hướng tâm:

$\Rightarrow a = a_n = \omega^2 r = 90^2.0,2 = 1260\ (m/s)$

Chọn phương án C.

**Câu 1.25.** Bánh xe quay không trượt nên tốc độ của xe bằng tốc độ của trục bánh xe và cũng bằng tốc độ dài của điểm bất kỳ trên mép ngoài của lốp. Từ đó ta tính được tốc độ góc quay của bánh xe là $\omega = \dfrac{v}{R}$.

Thay số vào ta được $\omega \approx 239$ vòng /phút

Chọn phương án C.

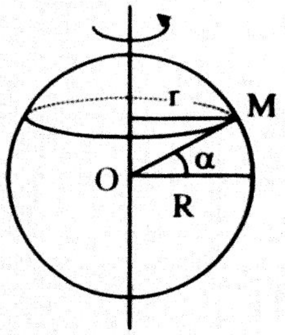
**Câu 1.26.** Khoảng cách từ M đến trục quay:

$$r = R.\cos\alpha$$

$\Rightarrow$ Vận tốc dài: $v = \omega r = \omega R\cos\alpha$

Thay số: $v = \dfrac{2\pi}{24.3600}.6400.10^3.\dfrac{\sqrt{3}}{2} \approx 403$ (m/s)

Chọn phương án B.




Hình 5.1

**Câu 1.27.** Tốc độ góc của bánh xe ở thời điểm 6 s:

$$\omega = \omega_0 + \gamma t = 2 + 0,5.6 = 5 \ (rad/s^2)$$

Chọn phương án B.

**Câu 1.28.** Đổi: $\omega = 270$ vòng/phút $= \dfrac{270.2\pi}{60}$ (rad/s) $= 9\pi$ (rad/s)

Gia tốc góc trung bình được tính: $\gamma_{tb} = \dfrac{\omega - \omega_0}{t} = \dfrac{9\pi}{3} = 3\pi$ (rad/s$^2$)

Chọn phương án A.

**Câu 1.29.** Từ $\omega = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow \gamma = \dfrac{\omega - \omega_0}{t} = \dfrac{30 - 0}{10} = 3 \ (rad/s^2)$

Vận tốc góc của bánh xe sau 15 s kể từ lúc bắt đầu quay:

$$\omega = \omega_0 + \gamma t = 0 + 3.15 = 45 \ (rad/s)$$

Chọn phương án C.

**Câu 1.30.** Góc quay được tính theo công thức: $\Delta\varphi = \omega_0 t + \dfrac{1}{2}\gamma t^2$

Ở đây $\omega_0 = 0 \Rightarrow \Delta\varphi = \dfrac{1}{2}\gamma t^2 = \dfrac{1}{2}.2.10^2 = 100$ (rad)

Chọn phương án B.

**Câu 1.31.** Góc quay $\Delta\varphi$ của vật được tính: $\Delta\varphi = \omega_0 t + \dfrac{1}{2}\gamma t^2$

Vật chuyển động từ trạng thái nghỉ: $\omega_0 = 0 \Rightarrow \Delta\varphi = \dfrac{1}{2}\gamma t^2$

$\Rightarrow$ Số vòng quay: $n = \dfrac{\Delta\varphi}{2\pi} = \dfrac{1}{4\pi}\gamma t^2 \sim t^2$

Chọn phương án C.

**Câu 1.32.** Từ $\omega = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow \gamma = \dfrac{\omega - \omega_0}{t} = \dfrac{8-0}{5} = 1,6\ (rad/s^2)$

$\Rightarrow$ Sau 3 s kể từ lúc bắt đầu quay, vật này quay được góc:

$$\Delta\varphi = \frac{1}{2}\gamma t^2 = \frac{1}{2}.2.1,6^2 = 2,56\ (rad)$$

Chọn phương án C.

**Câu 1.33.** Góc mà vật quay được tính theo công thức $\Delta\varphi = \omega t + \dfrac{1}{2}\gamma t^2$

Ở đây $\omega_0 = 0 \Rightarrow \Delta\varphi = \dfrac{1}{2}\gamma t^2 \Rightarrow \gamma = \dfrac{2\Delta\varphi}{t^2} = \dfrac{2.25}{5^2} = 2\ (rad/s^2)$

Vận tốc góc tức thời của vật tại thời điểm t = 5 s:

$$\omega = \omega_0 + \gamma t = 0 + 2.5 = 10\ (rad/s)$$

Chọn phương án D.

**Câu 1.34.** Ta có: $\omega = \omega_0 + \gamma t$

Khi bánh xe dừng lại: $\omega = 0 \Leftrightarrow \omega_0 + \gamma t = 0 \Leftrightarrow t = -\dfrac{\omega_0}{\gamma} = -\dfrac{24}{-2} = 12\ (s)$

Chọn phương án C.

**Câu 1.35.** Góc quay của cánh quạt được tính theo công thức

$$\Delta\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2$$

Ở đây: $\omega_0 = 0 \Rightarrow \Delta\varphi = \dfrac{1}{2}\gamma t^2$

Tại thời điểm $t_1 = 4$ s: $\Delta\varphi_1 = \dfrac{1}{2}\gamma t_1^2 \Rightarrow \gamma = \dfrac{2.\Delta\varphi_1}{t_1^2} = \dfrac{2.20}{4^2} = 2,5\quad (rad/s^2)$

$\Rightarrow$ Góc mà vật rắn quay được từ thời điểm 0 s đến thời điểm 6 s:

$$\Rightarrow \Delta\varphi_2 = \frac{1}{2}\gamma t_2^2 = \frac{1}{2}.2,5.6^2 = 45\ (rad)$$

Chọn phương án C.

**Câu 1.36.** Ta có: $\gamma = \dfrac{\omega - \omega_0}{t} = \dfrac{20-0}{10} = 2\ (rad/s^2)$

$$\Delta\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 = 0 + \frac{1}{2}.2.10^2 = 100\ (rad)$$

Chọn phương án B.

**Câu 1.37.** Ta có: $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma.\Delta\varphi$

Mặt khác: $\omega = \dfrac{v}{r}$; $\omega_0 = \dfrac{v_0}{r}$; $\Delta\varphi = n2\pi$

$$\Rightarrow \frac{v^2 - v_0^2}{r^2} = 2\gamma.n2\pi$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{v^2 - v_0^2}{4\pi n r^2} = \frac{28^2 - 0}{4\pi.4.2^2} \approx 3,9 \ (rad/s^2)$$

Chọn phương án B.

**Câu 1.38.** Gia tốc góc của vật: $\gamma = \dfrac{\omega - \omega_0}{t} = \dfrac{780 - 60}{2} = 360$ (vòng/phút)

Từ phương trình chuyển động quay ta được:

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 = 60.2 + \frac{1}{2}.360.2^2 = 840 \ (\text{vòng})$$

Chọn phương án B.

**Câu 1.39.** Gia tốc góc của bánh xe: $\gamma = \dfrac{\omega - \omega_0}{t} = -\dfrac{20\pi}{20} = -\pi \ (rad/s^2)$

Ta có: $\varphi = \omega_0 t + \dfrac{1}{2}\gamma t^2 = 20\pi.20 - \dfrac{1}{2}\pi.20^2 = 200\pi \ (rad)$

$\Rightarrow$ Số vòng quay được: $n = \dfrac{\varphi}{2\pi} = \dfrac{200\pi}{2\pi} = 100$ (vòng)

Chọn phương án D.

**Câu 1.40.** Ta có: $\omega = \omega_0 + \gamma t$. Khi vật dừng lại: $\omega = 0 \Leftrightarrow \omega_0 + \gamma t = 0$

$$\Leftrightarrow \gamma = \frac{-\omega_0}{t} = \frac{-20}{4} = -5 \ (rad/s^2)$$

Góc mà vật quanh được sau 3 s:

$$\Delta\varphi_1 = \omega_0 t_1 + \frac{1}{2}\gamma t_1^2 = 20.3 + \frac{1}{2}.(-5).3^2 = 37,5 \ (rad)$$

Góc mà vật quanh được sau 4 s:

$$\Delta\varphi_2 = \omega_0 t_2 + \frac{1}{2}\gamma t_2^2 = 20.4 + \frac{1}{2}.(-5).4^2 = 40 \ (rad)$$

$\Rightarrow$ Góc mà vật rắn quay được trong 1 s cuối cùng trước khi dừng lại:

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi_2 - \Delta\varphi_1 = 40 - 37,5 = 2,5 \ (rad)$$

Chọn phương án B.

**Câu 1.41.** Từ $a_t = r\gamma \Rightarrow \gamma = \frac{a_t}{r} = \frac{5}{20} = 0,25\ (rad/s^2)$

Theo bài ra: $a_n = a_t \Rightarrow r\omega^2 = r\gamma \Rightarrow \omega = \sqrt{\gamma} = \sqrt{0,25} = 0,5\ (rad/s)$

Mặt khác ta biết: $\omega = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow t = \frac{\omega - \omega_0}{\gamma} = \frac{0,5 - 0}{0,25} = 2\ (s)$

Chọn phương án C.

**Câu 1.42.** Đổi: $\omega = 120$ vòng/phút $= 120.\frac{2\pi}{60} \approx 12,56\ (rad/s)$

Từ $\omega = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow \gamma = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{12,56 - 0}{4} = 3,14\ (rad/s^2)$

$\Rightarrow$ Tốc độ góc của bánh xe sau khi tăng tốc được 2 s:

$$\omega = \omega_0 + \gamma t = 0 + 3,14.2 = 6,28\ (rad/s)$$

Gia tốc hướng tâm của điểm ở vành bánh xe sau khi tăng tốc được 2 s:

$$a_n = \omega^2 r = \omega^2.\frac{d}{2} = 6,28^2.\frac{0,5}{2} \approx 9,86\ (m/s^2)$$

Chọn phương án A.

**Câu 1.43.** Các kim của đồng hồ quay đều nên gia tốc (toàn phần) của đầu mỗi kim cũng là gia tốc hướng tâm. Mỗi vòng kim giờ chạy mất 12h còn kim phút chỉ mất một giờ. Từ đó tốc độ góc của kim giờ và kim phút lần lượt là $\omega_h = \frac{1}{12}$ vòng/h và $\omega_p = 1$ vòng/h. Từ đó dễ dàng tính được tỉ số giữa gia tốc của đầu kim giờ và của đầu kim phút là:

$$\frac{a_h}{a_p} = \frac{R_h\omega_h^2}{R_p\omega_p^2} = \frac{3}{5}.\frac{1}{12^2} = \frac{1}{240}$$

Chọn phương án C.

**Câu 1.44.** Phương trình toạ độ góc của vật rắn quay biến đổi đều quanh trục cố định có dạng: $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2$.

Đối chiếu với phương trình đã cho suy ra: $\gamma = 2\ rad/s^2$

Chọn phương án D.

**Câu 1.45.** Từ phương trình chuyển động tổng quát của vật rắn quanh biến đổi đều quanh trục cố định: $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2$

Đối chiếu với phương trình đã cho ta suy ra:

$$\varphi_0 = 10\ rad;\ \omega_0 = 0\ ;\ \gamma = 2\ rad/s^2$$

Tốc độ góc và góc mà vật quay được sau thời gian 5 giây:

$$\omega = \omega_0 + \gamma t = 0 + 2.5 = 10 \text{ (rad/s)}$$

$$\Delta\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 = 0 + \frac{1}{2}.2.5^2 = 25 \text{ (rad)}$$

Chọn phương án A.

**Câu 1.46.** Phương trình toạ độ góc của vật rắn quay biến đổi đều quanh trục cố định có dạng: $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2$.

Đối chiếu với phương trình đã cho suy ra:

$$\omega_0 = 2 \text{ rad/s và } \gamma = 2 \text{ (rad/s}^2\text{)}.$$

Tốc độ góc của vật vào thời điểm t = 1 s là:

$$\omega = \omega_0 + \gamma t = 2 + 2.1 = 4 \text{ (rad/s)}$$

Tốc độ dài của điểm trên vật và cách trục quay khoảng r = 10 cm:

$$v = \omega r = 4.0,1 = 0,4 \text{ (m/s)}$$

Chọn phương án A.

## Dạng 2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LỰC HỌC CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

### BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.1<br>A | 2.2<br>A | 2.3<br>C | 2.4<br>D | 2.5<br>C | 2.6<br>D | 2.7<br>B | 2.8<br>A | 2.9<br>C | 2.10<br>C |
| 2.11<br>D | 2.12<br>A | 2.13<br>C | 2.14<br>B | 2.15<br>C | 2.16<br>C | 2.17<br>D | 2.18<br>D | 2.19<br>D | 2.20<br>D |
| 2.21<br>A | 2.22<br>C | 2.23<br>B | 2.24<br>A | 2.25<br>C | 2.26<br>D | 2.27<br>B | 2.28<br>B | 2.29<br>B | 2.30<br>A |
| 2.31<br>C | 2.32<br>A | 2.33<br>A | | | | | | | |

# HƯỚNG DẪN GIẢI

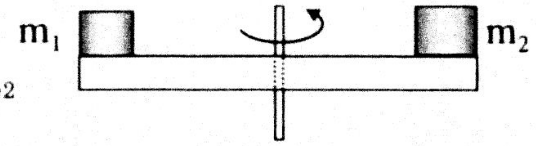
**Câu 2.4.** Momen quán tính đối với trục quay Δ được xác định bằng công thức $I = \sum_i (m_i r_i^2)$ (1)

Ở đây $m_i$ là khối lượng của phần tử i và $r_i$ là khoảng cách từ $m_i$ đến trục quay. Rõ ràng I là đại lượng xác định dương, phụ thuộc vào vị trí trục quay và sự phân bố khối lượng của vật đối với trục quay đã cho. I đặc trưng cho mức quán tính của vật trong chuyển động quay. Có thể tách tổng (1) thành tổng của các phần tử khác của vật.

Chọn phương án D.

**Câu 2.11.** Momen quán tính của hệ đối với trục vuông góc với AB và đi qua trung điểm của thanh là

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 = m\left(\frac{l}{2}\right)^2 + 3m\left(\frac{l}{2}\right)^2 = ml^2$$



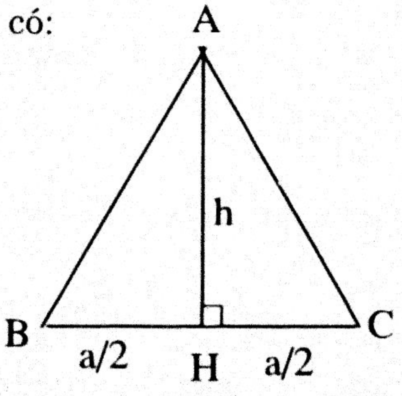
Hình 5.2

Chọn phương án D.

**Câu 2.12.** Áp dụng công thức $I = \sum_i (m_i r_i^2)$ ta có:

$$I = m\left(\frac{a}{2}\right)^2 + m\left(\frac{a}{2}\right)^2 = \frac{ma^2}{2}$$

Chọn phương án A.



Hình 5.3

**Câu 2.13.** Bánh kính bánh đà:

$$R = \frac{d}{2} = \frac{2}{2} = 1\ (m)$$

Vì khối lượng của bánh đà phân bố đều ở vành nên momen quán tính của bánh đà được tính: $I = mR^2$

$$\Rightarrow m = \frac{I}{.R^2} = \frac{10}{1^2} = 10\ (kg)$$

Vận tốc dài tại một điểm trên vành bánh đà:

$$v = \omega R = \frac{900.2\pi}{60}.1 = 94,2\ (m/s)$$

Chọn phương án C.

**Câu 2.15.** Từ phương trình động lực học: $M = I\gamma$

$$\Rightarrow I = \frac{M}{\gamma} = \frac{3}{2} = 1,5\ (kg.m^2)$$

Chọn phương án C.

**Câu 2.16.** Từ phương trình động lực học: $M = I\gamma z$

$$\Rightarrow I = \frac{M}{\gamma} = \frac{30}{1,5} = 20\ (kg.m^2)$$

Chọn phương án C.

**Câu 2.17.** Từ phương trình động lực học: $M = I\gamma$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{M}{I} = \frac{30}{6} = 5\ (rad/s^2)$$

Từ $\omega = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow t = \dfrac{\omega - \omega_0}{\gamma} = \dfrac{100 - 0}{5} = 20\ (s)$

Chọn phương án D.

**Câu 2.18.** Từ phương trình động học của vật rắn: $M = I\gamma$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{M}{I} = \frac{M}{\frac{1}{12}ml^2} = \frac{9,81.10^{-2}}{\frac{1}{12}.0,5.1^2} = 2,35\ (rad/s^2)$$

Chọn phương án D.

**Câu 2.19.** Ở thời điểm bắt đầu thả thanh ra, momen tác dụng lên thanh là

$$M = \frac{mgl}{2}.$$

Từ đó gia tốc góc ban đầu của thanh là $\gamma = \dfrac{M}{I} = \dfrac{mgl/2}{ml^2/3} = \dfrac{3g}{2l}$

Chọn phương án D.

**Câu 2.20.** Ta có: $M = I\gamma = I\dfrac{\omega}{t} = 63,6.\dfrac{31,4}{20} = 99,85\ (Nm)$

Chọn phương án D.

**Câu 2.21.** Từ phương trình động lực học vật rắn: $M = I\gamma$

Mà $M = F.R \Rightarrow F.R = I\gamma \Rightarrow \gamma = \dfrac{F.R}{I} = \dfrac{1,2.0,2}{0,04} = 6\ (rad/s^2)$

Tốc độ góc của ròng rọc sau khi quay được 5 s:

$$\omega = \omega_0 + \gamma t = 0 + 6.5 = 30\ (rad/s)$$

Chọn phương án A.

**Câu 2.22.** Từ phương trình động lực học vật rắn: $M = I\gamma$

Mà $M = F.R \Rightarrow F.R = I\gamma \Rightarrow \gamma = \frac{F.R}{I} = \frac{0,8.0,1}{0,02} = 4\ (rad/s^2)$

Góc mà ròng rọc quay được sau 4 s kể từ lúc tác dụng lực:

$$\Delta\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 = 0 + \frac{1}{2}.4.4^2 = 32\ (rad)$$

Chọn phương án C.

**Câu 2.23.** Từ phương trình động lực học của vật rắn: $M = I\gamma$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{M}{I} = \frac{25}{10} = 2,5\ (rad/s^2)$$

Sau 10 s đĩa quay được 1 góc:

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 = 0 + \frac{1}{2}.2,5.10^2 = 125\ (rad)$$

Chọn phương án B.

**Câu 2.24.** Từ phương trình động lực học của vật rắn: $M = I\gamma$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{M}{I} = \frac{30}{6} = 5\ (rad/s^2)$$

Mặt khác từ $\omega = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow t = \frac{\omega - \omega_0}{\gamma} = \frac{60 - 0}{5} = 12\ (s)$

Chọn phương án A.

**Câu 2.25.** Momen quán tính của Thanh:

$$I = \frac{1}{12}ml^2 = \frac{1}{12}.20.0,6^2 = 0,6\ (kgm^2)$$

Phương trình động lực học của vật rắn: $M = I\gamma \Leftrightarrow F_t.\frac{l}{2} = I\gamma$

$$\Leftrightarrow \gamma = \frac{F_t}{I}.\frac{l}{2} = \frac{10}{0,6}.\frac{0,6}{2} = 5\ (rad/s^2)$$

Ta có: $\omega = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow t = \frac{\omega - \omega_0}{\gamma} = \frac{40 - 0}{5} = 8\ (s)$

Chọn phương án C.

**Câu 2.26.** Momen quán tính của đĩa:

$$I = \frac{1}{2}mR^2 = \frac{1}{2}.0,5.0,1^2 = 2,5.10^{-3} \ (kgm^2)$$

Từ phương trình động lực học vật rắn: $M = I\gamma$

$\Rightarrow$ Gia tốc góc của đĩa: $\gamma = \frac{M}{I} = \frac{0,04}{2,5.10^{-3}} = 16 \ (rad/s^2)$

Góc mà đĩa quay được sau 3 s kể từ lúc tác dụng momen lực:

$$\Delta\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 = 0 + \frac{1}{2}.16.3^2 = 72 \ (rad)$$

Chọn phương án D.

**Câu 2.27.** Momen quán tính của đĩa:

$$I = \frac{1}{2}mR^2 = \frac{1}{2}.0,2.0,1^2 = 10^{-3} \ (kgm^2)$$

Từ phương trình động lực học vật rắn: $M = I\gamma$

$\Rightarrow$ Gia tốc góc của đĩa: $\gamma = \frac{M}{I} = \frac{0,02}{10^{-3}} = 20 \ (rad/s^2)$

Góc mà đĩa quay được sau 4 s kể từ lúc tác dụng momen lực:

$$\Delta\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 = 0 + \frac{1}{2}.20.4^2 = 160 \ (rad)$$

$\Rightarrow$ Quãng đường mà một điểm trên vành đĩa đi được sau 4 s kể từ lúc tác dụng momen lực: $s = \Delta\varphi.R = 160.0,1 = 16 \ (m)$

Chọn phương án B.

**Câu 2.28.** Momen quán tính của quả cầu:

$$I = \frac{1}{2}mR^2 = \frac{1}{2}.6.0,05^2 = 0,0075 \ (kgm^2)$$

Phương trình động lực học của vật rắn:

$$M = I\gamma \Leftrightarrow F_t.R = I\gamma \Leftrightarrow F_t = \frac{I\gamma}{R} \ (1)$$

Mặt khác ta cũng có: $\varphi = \frac{1}{2}\gamma t^2 \Rightarrow \gamma = \frac{2\varphi}{t^2} = \frac{2.10.2\pi}{5^2} = 5,024 \ (rad/s^2)$

Thay vào (1): $F_t = \frac{I\gamma}{R} = \frac{0,0075.5,024}{0,05} = 0,7536 \ (N)$

Chọn phương án B.

**Câu 2.29.** Từ $\varphi = \frac{1}{2}\gamma t^2 \Rightarrow \gamma = \frac{2\varphi}{t^2} = \frac{2.\frac{\pi}{2}}{30^2} = 3,49.10^{-3}$ (rad/s²)

Phương trình động lực học của vật rắn: $M = I\gamma$

$\Rightarrow F r \sin\varphi = I\gamma$

$\Rightarrow F = \frac{I\gamma}{r\sin\varphi} = \frac{8,7.10^4.3,49.10^{-3}}{2,4.\sin 90^\circ} \approx 126,5$ (N)

Chọn phương án B.

**Câu 2.30.** Momen quán tính của quả cầu:

$$I = \frac{2}{5}mR^2 = \frac{2}{5}.20.0,25^2 = 0,5 \text{ (kgm}^2\text{)}$$

Phương trình động lực học của vật rắn:

$$M = I\gamma \Leftrightarrow F_t.R = I\gamma \Leftrightarrow F_t = \frac{I\gamma}{R} \quad (1)$$

Mặt khác ta cũng có: $v = \omega r = \gamma.t.r \Rightarrow \gamma = \frac{v}{r.t} = \frac{0,5}{0,25.10} = 0,2$ (rad/s²)

Thay vào (1) ta được: $F_t = \frac{I\gamma}{R} = \frac{0,5.0,2}{0,25} = 0,4$ (N)

Chọn phương án A.

**Câu 2.31.** Ta có: $\omega = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow \gamma = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{10-0}{2} = 5$ (rad/s)

Phương trình động lực học của vật rắn: $M = I\gamma \Leftrightarrow F_t.l = I\gamma$

$\Leftrightarrow I = \frac{F_t.l}{\gamma} = \frac{20.0,4}{5} = 1,6$ (kgm²)

Mặt khác: $I = \frac{1}{3}ml^2 \Rightarrow m = \frac{3I}{l^2} = \frac{3.1,6}{0,4^2} = 30$ (kg)

Chọn phương án C.

**Câu 2.32.** Phương trình chuyển động của vật và ròng rọc lần lượt là:

$$m_1 g - T = m_1 a \quad (1)$$

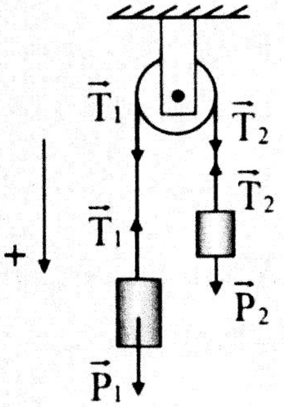
$$RT = I\gamma = \frac{m_2 R^2}{2}\gamma \quad (2)$$

$$\gamma = \frac{a}{R} \quad (3)$$

Giải hệ (1), (2) và (3) kết hợp với điều kiện $m_2 = \frac{m_1}{2}$ ta được: $a = \frac{1}{2}g$

Chọn phương án A.

**Câu 2.33.** Chọn chiều dương hướng xuống dưới.




Hình 5.4

Ta có hệ: $\begin{cases} m_1g - T_1 = m_1a \\ T_2 - m_2g = m_2a \\ (T_1 - T_2)r = I\gamma \\ a = r\gamma \end{cases}$

Giải hệ với lưu ý: $I = \frac{1}{2}mr^2$ ta được:

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2 + \frac{m}{2}}.g = 3,75\ (m/s^2)$$

Chọn phương án A.

## Dạng 3. VẬN DỤNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN MOMEN ĐỘNG LƯỢNG

### BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.1<br>A | 3.2<br>D | 3.3<br>D | 3.4<br>C | 3.5<br>B | 3.6<br>C | 3.7<br>B | 3.8<br>A | 3.9<br>C | 3.10<br>B |
| 3.11<br>C | 3.12<br>B | 3.13<br>B | 3.14<br>B | 3.15<br>C | 3.16<br>C | | | | |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 3.4.** Khi người ta dần ra mép sàn thì momen quán tính của người và do đó hệ $I = I_{ng} + I_s$ tăng lên. Vì vậy theo định luật bảo toàn động lượng thì tốc độ góc của hệ giảm đi.

Chọn phương án C.

**Câu 3.8.** Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng:

$$I_1\omega_1 + I_2\omega_2 = (I_1 + I_2)\omega \Rightarrow \omega = \frac{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}{I_1 + I_2}$$

Chọn phương án A.

**Câu 3.9.** Tốc độ góc của vật rắn: $\omega = \dfrac{10.2\pi}{1,8} \approx 34,9 \text{ (rad/s)}$

Momen động lượng của vật: $L = I\omega = 0,72.34,9 \approx 25,13 \text{ (kg.m}^2\text{/s)}$

Chọn phương án C.

**Câu 3.10.** Đổi: $\omega = 30$ (vòng/phút) $= 30.\dfrac{2\pi}{60} \approx 3,14 \text{ (rad/s)}$

Momen quán tính của vành: $I = mR^2 = 0,5.0,5^2 = 0,125 \text{ (kg.m}^2\text{)}$

Momen động lượng của vành: $L = I\omega = 0,125.3,14 \approx 0,393 \text{ (kg.m}^2\text{/s)}$

Chọn phương án B.

**Câu 3.11.** Đổi: $\omega = 600$ vòng/phút $= \dfrac{600.2\pi}{60} = 20\pi \text{ (rad/s)}$

Momen quán tính của đĩa: $I = \dfrac{1}{2}mR^2 = \dfrac{1}{2}.2.0,02^2 = 4.10^{-4} \text{ (kgm}^2\text{)}$

Momen động lượng của đĩa: $L = I\omega = 4.10^{-4}.20\pi \approx 0,251 \text{ (kgm}^2\text{/s)}$

Chọn phương án C.

**Câu 3.12.** Momen động lượng của khối cầu đối với trục quay:

$$L = I\omega = \frac{2}{5}mR^2.\omega = \frac{2}{5}.1.0,2^2.50 = 0,8 \text{ (kgm}^2\text{/s)}$$

Chọn phương án B.

**Câu 3.13.** Momen động lượng của thanh được tính:

$$L = m_1v_1r_1 + m_2v_2r_2 = (m_1 + m_2).v.\frac{l}{2} = (2+3).5.\frac{1}{2} = 12,5 \text{ (kg.m}^2\text{/s)}$$

Chọn phương án B.

**Câu 3.14.** Momen động lượng của hệ được tính:

$$L = I_1\omega + m_2vR = \frac{1}{2}m_1R^2\omega + m_2R^2\omega$$

$$= \left(\frac{1}{2}m_1 + m_2\right)R^2\omega = \left(\frac{1}{2}.100 + 50\right).1,5^2.10 = 2250 \text{ (kgm}^2\text{/s)}$$

Chọn phương án B.

**Câu 3.15.** Xét hệ gồm bàn và vật.

Momen động lượng của hệ trước khi đặt vật vào mép bàn là:

$$L = I_1\omega = \frac{m_1R^2}{2}.\omega$$

Momen động lượng của hệ sau khi đặt vật vào mép bàn là:

$$L' = (I_1 + I_2)\omega' = \left(\frac{m_1R^2}{2} + m_2R^2\right)\omega'$$

Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng:

$$L = L' \Leftrightarrow \frac{m_1R^2}{2}.\omega = \left(\frac{m_1R^2}{2} + m_2R^2\right)\omega'$$

$$\Leftrightarrow \omega' = \frac{m_1}{m_1 + 2m_2}.\omega = \frac{4}{4+2.0,5}.20 = 16 \text{ (vòng/phút)}$$

Chọn phương án C.

**Câu 3.16.** Xét hệ gồm sàn + người.

Dễ thấy rằng momen lực tác dụng lên hệ đối với trục quay bằng không, do đó momen động lượng của hệ được bảo toàn.

– Khi người chưa chạy: Hệ đứng yên nên $L_1 = 0$

– Momen khi người chạy: $L_2 = I\omega + m(v + \omega R)R$

($\omega$ là tốc độ góc của sàn khi người chạy).

Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng: $L_1 = L_2$

$\Rightarrow I\omega + m(v + \omega R)R = 0$

$$\Rightarrow \omega = -\frac{mvR}{I + mR^2} = -\frac{50.4.3}{2700 + 50.3^2} = -0,19 \text{ (rad/s)}$$

Chọn phương án C.

## Dạng 4. VẬN DỤNG ĐỊNH LÝ ĐỘNG NĂNG CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1<br>B | 2<br>D | 3<br>A | 4<br>C | 5<br>A | 6<br>D | 7<br>B | 8<br>A | 9<br>C | 10<br>C |
| 11<br>B | 12<br>A | 13<br>C | 14<br>C | 15<br>A | 16<br>D | 17<br>A | 18<br>B | 19<br>B | 20<br>D |

## HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 4.4.** Động năng quay của bánh đà: $W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.2,5.80^2 \approx 8000\ (J)$

Chọn phương án C.

**Câu 4.5.** Đổi: $\omega = 300$ (vòng/phút) $= 300.\frac{2\pi}{60} = 31,4\ (rad/s)$

Động năng quay của bánh đà: $W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.3.31,4^2 \approx 1479\ (J)$

Chọn phương án A.

**Câu 4.6.** Tốc độ góc mà bánh đà đạt được sau 5 s:

$$\omega = \omega_0 + \gamma t = 0 + 40.5 = 200\ (rad/s)$$

Động năng quay mà bánh đà đạt được sau 5 s:

$$W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.3.200^2 = 60.000\ (J) = 60\ (kJ)$$

Chọn phương án D.

**Câu 4.7.** áp dụng phương trình động lực học vật rắn quay quanh trục cố định: $M = I\gamma$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{M}{I} = \frac{30}{2} = 15\ (rad/s^2)$$

Vận tốc góc của bánh xe sau khi chuyển động được 10 s là:

$$\omega = \omega_0 + \gamma t = 0 + 15.10 = 150\ (rad/s)$$

$\Rightarrow$ Động năng chuyển động quay của bánh xe là:

$$W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.2.150^2 = 22500\ (J) = 22,5\ (kJ)$$

Chọn phương án B.

**Câu 4.8.** Momen quán tính của Trái Đất đối với trục quay Bắc – Nam:

$$I = \frac{2}{5}mR^2 = \frac{2}{5}.5,98.10^{24}.(6,37.10^6)^2 \approx 9,71.10^{37}\ (kg.m^2)$$

Chu kỳ tự quay của Trái Đất là T = 24 giờ = 86400 giây

$\Rightarrow$ Vận tốc góc của Trái Đất trong chuyển động tự quay:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{86400} \approx 7,27.10^{-5}\ (rad/s)$$

$\Rightarrow$ Động năng của Trái Đất trong chuyển động tự quay:

$$W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.9,71.10^{37}.\left(7,27.10^{-5}\right)^2 \approx 2,57.10^{29}\ (J)$$

Chọn phương án A.

**Câu 4.9.** Động năng tịnh tiến của phân tử oxi là:

$$W_{tt} = 2.\frac{1}{2}.mv^2 = 5,3.10^{-26}.500^2 = 132,5.10^{-22} \text{ (J)}$$

Động năng quay của phân tử Ôxi là:

$$W_q = \frac{2}{3}W_{tt} = \frac{2}{3}.\ 132,5.10^{-22} = 88,33.10^{-22} \text{ (J)}$$

Mặt khác từ

$$W_q = \frac{1}{2}I\omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2W_q}{I}} = \sqrt{\frac{2.88,33.10^{-22}}{1,94.10^{-46}}} \approx 9,54.10^{12} \text{ (rad/s)}$$

Chọn phương án C.

**Câu 4.10.** Đổi: $\omega = 120$ (vòng/phút) $= 120.\frac{2\pi}{60} = 12,56$ (rad/s)

Momen quán tính của thanh:

$$I = \frac{1}{12}ml^2 = \frac{1}{12}.0,2.0,5^2 \approx 4,17.10^{-3} \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

Động năng quay của thanh:

$$W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.4,17.10^{-3}.12,56^2 \approx 0,329 \text{ (J)}$$

Chọn phương án C.

**Câu 4.11.** Momen quán tính của đĩa:

$$I = \frac{1}{2}mR^2 = \frac{1}{2}.1.0,5^2 = 0,125 \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

Động năng quay của đĩa: $W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.0,125.6^2 = 2,25$ (J)

Chọn phương án B.

**Câu 4.12.** Momen quán tính của quả cầu:

$$I = \frac{2}{5}mR^2 = \frac{2}{5}.0,5.0,05^2 = 5.10^{-4} \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

Động năng quay của đĩa: $W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.5.10^{-4}.12^2 = 0,036$ (J)

Chọn phương án A.

**Câu 4.13.** Từ biểu thức tính động năng quay của vật rắn $W = \frac{1}{2}I\omega^2$

$\Rightarrow$ Momen quán tính của quả cầu: $I = \frac{2W}{\omega^2} = \frac{2.0,4}{20^2} = 0,002$ (kgm$^2$)

Mặt khác momen quán tính của quả cầu còn được tính $I = \frac{2}{5}mR^2$

$$\Rightarrow R = \sqrt{\frac{5I}{2m}} = \sqrt{\frac{5.0,002}{2.0,5}} = 0,1\ (m) = 10\ (cm)$$

Chọn phương án C.

**Câu 4.14.** Đĩa lăn không trượt nên $v = \omega R$.

$$\text{Từ đó : } \frac{W_{tt}}{W_q + W_{tt}} = \frac{\frac{mv^2}{2}}{\frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}} = \frac{\frac{mv^2}{2}}{\frac{mv^2}{2} + \frac{mR^2}{4}.\frac{v^2}{R^2}} = \frac{2}{3}$$

Chọn phương án C.

**Câu 4.15.** Ta có: $L = I\omega$; $W_q = \frac{1}{2}I\omega^2$

$$\Rightarrow L = \sqrt{2.I.W_q} = \sqrt{2.0,25.2200} \approx 33,2\ (kgm^2/s)$$

Chọn phương án A.

**Câu 4.16.** Ta có: $W_{qA} = \frac{1}{2}I_A\omega_A^2$; $W_{qB} = \frac{1}{2}I_B\omega_B^2$

Theo bài ra: $W_{qA} = W_{qB} \Leftrightarrow \frac{1}{2}I_A\omega_A^2; = \frac{1}{2}I_B\omega_B^2 \Leftrightarrow \frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{\omega_A}{\omega_B}\right)^2 = 3^2 = 9$

Chọn phương án D.

**Câu 4.17.** Ta có: $W_{qA} = \frac{1}{2}I_A\omega_A^2$; $W_{qB} = \frac{1}{2}I_B\omega_B^2$

$$\Rightarrow \frac{W_{qB}}{W_{qA}} = \frac{I_B}{I_A}.\left(\frac{\omega_B}{\omega_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \frac{W_{qB}}{W_{qA}}.\left(\frac{\omega_A}{\omega_B}\right)^2 = 2.3^2 = 18$$

Chọn phương án A.

**Câu 4.18.** Theo giả thiết của bài ra $\frac{I_1\omega_1^2}{2} = \frac{I_2\omega_2^2}{2}$. Suy ra $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \sqrt{\frac{I_2}{I_1}}$.

Từ đó tỉ số momen động lượng của hai vật là $\frac{I_1\omega_1}{I_2\omega_2} = \sqrt{\frac{I_1}{I_2}} = \sqrt{\frac{4}{25}} = \frac{2}{5}$

Chọn phương án B.

**Câu 4.19.** Động năng của người lúc đầu:

$$W_{d\,(đầu)} = \frac{1}{2}I_1\omega_1^2 = \frac{1}{2}.1,8.15^2 = 202,5\ (J)$$

Theo định luật bảo toàn momen động lượng và kết hợp với $I_1 = 3I_2$ ta có:

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \Rightarrow \omega_2 = 3\omega_1$$

Động năng của người lúc sau:

$$W_{d\,(sau)} = \frac{1}{2}I_2\omega_2^2 = \frac{1}{2}.\frac{I_1}{3}.(3\omega_1)^2 = 3W_{d\,(đầu)} = 3.202,5 = 607,5\ (J)$$

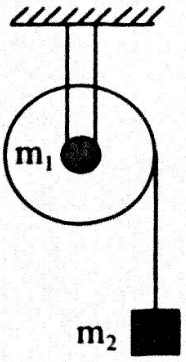
Chọn phương án B.

**Câu 4.20.** Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng: cơ năng của hệ ở thời điểm cuối bằng thế năng của hệ ở thời điểm ban đầu (chọn mốc tính thế năng của vật m là ở vị trí cuối và chú ý thế năng của ròng rọc không thay đổi): $\frac{m_2v^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = m_2gh$

Thay $\omega = \frac{v}{R}$ và $I = \frac{m_1R^2}{2}$ vào ta được:

$v = \sqrt{\frac{4m_2gh}{m_1 + 2m_2}}$ rõ ràng v không phụ thuộc vào R.

Chọn phương án D.




Hình 5.5

## BÀI TẬP TỔNG HỢP

### BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1<br>A | 2<br>D | 3<br>C | 4<br>A | 5<br>B | 6<br>D | 7<br>C | 8<br>D | 9<br>D | 10<br>A |
| 11<br>B | 12<br>B | 13<br>A | 14<br>C | 15<br>A | 16<br>A | 17<br>C | 18<br>B | 19<br>A | 20<br>A |
| 21<br>C | 22<br>B | 23<br>B | 24<br>A | 25<br>A | 26<br>A | 27<br>C | 28<br>A | 29<br>D | 30<br>B |
| 31<br>D | 32<br>C | 33<br>D | 34<br>C | 35<br>D | 36<br>A | 37<br>D | 38<br>B | 39<br>D | 40<br>A |
| 41<br>A | 42<br>A | 43<br>B | 44<br>A | 45<br>A | 46<br>B | 47<br>B | | | |

## HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 11.** Gia tốc hướng tâm của một điểm cách trục quay đoạn r là $a_n = \omega r^2$. Tốc độ góc ω như nhau đối với mọi điểm, nên điểm càng xa thì r càng lớn do đó gia tốc hướng tâm $a_n$ càng lớn.

Chọn phương án D.

**Câu 12.** Đổi: $\omega = 3$ (vòng/giây) $= 3.2\pi \approx 18{,}84\ (rad/s)$

Từ phương trình $\omega = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow \gamma = \dfrac{\omega - \omega_0}{t} = \dfrac{18{,}84 - 0}{2} = 9{,}42\ (rad/s^2)$

Chọn phương án B.

**Câu 13.** Ta có: $\omega = \omega_0 + \gamma t$

Khi bánh xe dừng lại: $\omega = 0 \Rightarrow \omega_0 + \gamma t = 0$

$$\Rightarrow \gamma = -\frac{\omega_0}{t} = -\frac{20\pi}{20} = -\pi\ (rad/s^2)$$

Chọn phương án A.

**Câu 14.** Đổi: $\omega_0 = 3\,000$ (vòng/phút) $= 3000.\dfrac{2\pi}{60} \approx 314\ (rad/s)$

Ta có: $\omega = \omega_0 + \gamma t$. Khi bánh xe dừng lại: $\omega = 0 \Leftrightarrow \omega_0 + \gamma t = 0$

$$\Leftrightarrow t = \frac{-\omega_0}{\gamma} = \frac{-314}{-20{,}9} \approx 15\ (s)$$

Chọn phương án C.

**Câu 15.** Vì Roto quay đều nên góc quay của roto được tính: $\Delta\varphi = \omega.\Delta t$

Ta có: $\begin{cases} \Delta\varphi_1 = \omega.\Delta t_1 \\ \Delta\varphi_2 = \omega.\Delta t_2 \end{cases} \Rightarrow \dfrac{\Delta\varphi_2}{\Delta\varphi_1} = \dfrac{\Delta t_2}{\Delta t_1}$

$$\Rightarrow \Delta\varphi_2 = \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}.\Delta\varphi_1 = \frac{20}{60}.3000.2\pi \approx 6280\ (rad)$$

Chọn phương án A.

**Câu 16.** Đổi: $\omega_0 = 15{,}92$ (vòng/s) $= 15{,}92.2\pi \approx 100\ (rad/s)$

Ta có: $\omega = \omega_0 + \gamma t$. Khi bánh xe dừng lại: $\omega = 0 \Leftrightarrow \omega_0 + \gamma t = 0$

$$\Leftrightarrow \gamma = \frac{-\omega_0}{t} = \frac{-100}{10} = -10\ (rad/s^2)$$

$\Rightarrow$ Độ lớn của gia tốc góc của cánh quạt là 10 $rad/s^2$.

Chọn phương án A.

**Câu 17.** Ta có: $\omega = \omega_0 + \gamma t$. Ở đây $\omega_0 = 0 \Rightarrow \omega = \gamma t$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{\omega}{t} = \frac{140}{2,5} = 56 \ (rad/s^2)$$

Góc quay của bánh đà sau 2,5 s:

$$\Delta\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 = 0 + \frac{1}{2}.56.2,5^2 = 175 \ (rad)$$

Chọn phương án C.

**Câu 18.** Phương trình tốc độ góc của vật rắn quay biến đổi đều quanh trục cố định có dạng: $\omega = \omega_0 + \gamma t$.

Đối chiếu với phương trình đã cho suy ra: $\gamma = 0,5 \ rad/s^2$

Chọn phương án B.

**Câu 19.** Phương trình toạ độ góc của vật rắn quay biến đổi đều quanh trục cố định có dạng: $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2$.

Đối chiếu với phương trình đã cho suy ra: $\omega_0 = 0,5 \ rad/s$ và $\gamma = 0$.

Vì $\gamma = 0$ nên vật rắn quay đều $\Rightarrow \omega = \omega_0 = 0,5 \ rad/s$

Tốc độ dài của điểm trên vật và cách trục quay một khoảng r = 4 cm:

$$v = \omega r = 0,5.4 = 2 \ (cm/s)$$

Chọn phương án A.

**Câu 20.** Phương trình toạ độ góc của vật rắn quay biến đổi đều quanh trục cố định có dạng: $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2$.

Đối chiếu với phương trình đã cho suy ra:

$\omega_0 = 1 \ rad/s$ và $\gamma = 2 \ (rad/s^2)$.

Tốc độ góc của M vào thời điểm t = 1 s là: $\omega = \omega_0 + \gamma t = 1 + 2.1 = 3 \ (rad/s)$

Độ lớn gia tốc toàn phần của M:

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} = \sqrt{\left(\omega^2 r\right)^2 + \left(\gamma r\right)^2} = \sqrt{\left(3^2.0,1\right)^2 + \left(2.0,1\right)^2} \approx 0,92 \ (m/s^2)$$

Chọn phương án A.

**Câu 21.** Ta có:

– Khi kim phút quay được 1 vòng thì số chỉ của đồng hồ tăng lên 1 giờ, có nghĩa là kim giờ quay được $\frac{1}{12}$ vòng $\Rightarrow \omega_1 = \frac{1}{12}\omega_2$ (1).

– Khi kim giây quay được 1 vòng thì số chỉ của đồng hồ tăng lên 1 phút, có nghĩa là kim phút quay được $\frac{1}{60}$ vòng $\Rightarrow \omega_2 = \frac{1}{60}\omega_3$ (2).

Từ (1) và (2) suy ra: $\omega_1 = \frac{1}{12}\omega_2 = \frac{1}{720}\omega_3$

Chọn phương án C.

**Câu 22.** Ta có: $\begin{cases} v_1 = \omega_1.r_1 \\ v_2 = \omega_2.r_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}.\frac{r_1}{r_2}$

Theo bài 21: $\omega_1 = \frac{1}{12}\omega_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}.\frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{12}.\frac{3}{4} = \frac{1}{16}$

$\Rightarrow v_1 = \frac{1}{16}v_2$

Chọn phương án B.

**Câu 23.** Ta có: $\begin{cases} v_1 = \omega_1.r_1 \\ v_3 = \omega_3.r_3 \end{cases} \Rightarrow \frac{v_1}{v_3} = \frac{\omega_1}{\omega_3}.\frac{r_1}{r_3}$

Theo bài 21: $\omega_1 = \frac{1}{720}\omega_3 \Rightarrow \frac{v_1}{v_3} = \frac{\omega_1}{\omega_3}.\frac{r_1}{r_3} = \frac{1}{720}.\frac{3}{5} = \frac{1}{1200}$

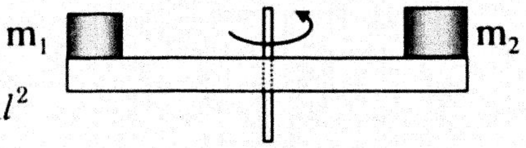
$\Rightarrow v_1 = \frac{1}{1200}v_3$

Chọn phương án B.

**Câu 24.** Momen quán tính của hệ đối với trục vuông góc với AB và đi qua trung điểm của thanh là

$I = m_1r_1^2 + m_2r_2^2 = m\left(\frac{l}{2}\right)^2 + 4m\left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{5}{4}ml^2$

Chọn phương án A.



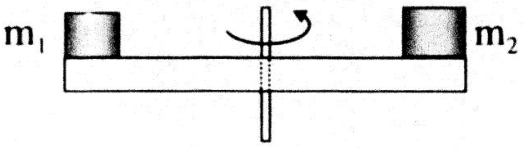
Hình 5.6

**Câu 25.** Momen quán tính của hệ đối với trục vuông góc với AB và đi qua trung điểm của thanh là:

$I = m_1r_1^2 + m_2r_2^2$

$\Rightarrow I = 1.0,5^2 + 2.0,5^2 = 0,75$ (kgm$^2$)

Chọn phương án A.



Hình 5.7

**Câu 30.** Chọn chiều dương là chiều quay của đĩa thứ nhất (đĩa có momen quán tính $I_1$). áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng:

$$I_1\omega_1 - I_2\omega_2 = (I_1 + I_2)\omega \Rightarrow \omega = \frac{I_1\omega_1 - I_2\omega_2}{I_1 + I_2}$$

Xét về mặt độ lớn: $\omega = \left|\frac{I_1\omega_1 - I_2\omega_2}{I_1 + I_2}\right|$

Chọn phương án B.

**Câu 31.** Từ phương trình động lực học vật rắn: $M = I\gamma$

$\Rightarrow$ Gia tốc góc của bánh xe: $\gamma = \frac{M}{I} = \frac{30}{6} = 5\ (rad/s^2)$

Ta cũng có: $\omega = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow t = \frac{\omega - \omega_0}{\gamma} = \frac{100 - 0}{5} = 20\ (s)$

Chọn phương án D.

**Câu 32.** Momen quán tính của quả cầu:

$$I = \frac{2}{5}mR^2 = \frac{2}{5}.2.0,1^2 = 8.10^{-3}\ (kgm^2)$$

Từ phương trình động lực học vật rắn: $M = I\gamma$

$\Rightarrow$ Gia tốc góc của quả cầu: $\gamma = \frac{M}{I} = \frac{0,2}{8.10^{-3}} = 25\ (rad/s^2)$

Chọn phương án C.

**Câu 33.** Momen quán tính của quả cầu:

$$I = \frac{2}{5}mR^2 = \frac{2}{5}.1.0,1^2 = 4.10^{-3}\ (kgm^2)$$

Từ phương trình động lực học vật rắn: $M = I\gamma$

$\Rightarrow$ Gia tốc góc của quả cầu: $\gamma = \frac{M}{I} = \frac{0,1}{4.10^{-3}} = 25\ (rad/s^2)$

Góc mà quả cầu quay được sau 2 s:

$$\Delta\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 = 0 + \frac{1}{2}.25.2^2 = 50\ (rad)$$

$\Rightarrow$ Quãng đường mà một điểm ở trên quả cầu và ở xa trục quay của quả cầu nhất đi được sau 2 s: $s = \Delta\varphi.R = 500.10 = 500\ (cm)$

Chọn phương án D.

**Câu 34.** Vận tốc góc: $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{600.2\pi}{60} = 62,8\ (rad/s)$

Động năng của vật rắn: $W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.15.62,8^2 \approx 30.000\ (J)$

Chọn phương án C

**Câu 35.** Ta có: $L = I\omega;\ W_q = \frac{1}{2}I\omega^2 \Rightarrow W_q = \frac{L^2}{2I}$

– Đối với vật rắn thứ nhất: $W_{q1} = \frac{L_1^2}{2I_1}$

– Đối với vật rắn thứ hai: $W_{q2} = \frac{L_2^2}{2I_2}$

Theo bài ra: $W_{q1} = W_{q2} \Leftrightarrow \frac{L_2^2}{2I_2} = \frac{L_1^2}{2I_1} \Leftrightarrow \frac{L_1}{L_2} = \sqrt{\frac{I_1}{I_2}} = \sqrt{\frac{9}{4}} = \frac{3}{2}$

Chọn phương án D.

**Câu 36.** Ta có: $\omega = \omega_0 + \gamma t$

Khi bánh đà dừng lại: $\omega = 0 \Leftrightarrow \omega_0 + \gamma t = 0$

$\Leftrightarrow \gamma = -\frac{\omega_0}{t} = -\frac{200}{8} = -25\ (rad/s^2)$

Mặt khác từ phương trình động lực học vật rắn: $M = I\gamma$

$\Rightarrow$ Momen quán tính của bánh đà: $I = \frac{M}{\gamma} = \frac{50}{25} = 2\ (kg.m^2)$

Chọn phương án A.

**Câu 37.** Đổi: $\omega_0 = 3\ 000$ (vòng/phút) $= 3000.\frac{2\pi}{60} = 314\ (rad/s)$

Ta có: $\omega = \omega_0 + \gamma t$

Khi bánh đà dừng lại: $\omega = 0 \Leftrightarrow \omega_0 + \gamma t = 0$

$\Leftrightarrow \gamma = -\frac{\omega_0}{t} = -\frac{314}{5} = -62,8\ (rad/s^2)$

Mặt khác từ phương trình động lực học vật rắn: $M = I\gamma$

$\Rightarrow$ Momen quán tính của bánh đà: $I = \frac{M}{\gamma} = \frac{100}{62,8} \approx 1,59\ (kg.m^2)$

Chọn phương án D.

**Câu 38.** Đổi: $\omega = \dfrac{200.2\pi}{60}(rad/s) = 20,93\,(rad/s)$

Động năng của vật rắn: $W_đ = \dfrac{1}{2}I\omega^2 = \dfrac{1}{2}.5.10^{-3}.20,93^2 \approx 1,1$ (J)

Chọn phương án B

**Câu 39.** Momen lực: $M = I\gamma = I\dfrac{\Delta\omega}{\Delta t} = 6.\dfrac{100}{5} = 120$ (Nm)

Chọn phương án D.

**Câu 40.** Phương trình chuyển động tịnh tiến của đĩa và phương trình chuyển động quay trục của đĩa lần lượt là:

$ma = mg\sin\alpha - F_m$ (1) và $F_mR = I\gamma$ (2).

Vì đĩa lăn không trượt nên gia tốc a cũng là gia tốc tuyến của một điểm trên vành đĩa, vì thế $\gamma = \dfrac{a}{R}$.

Thay $\gamma = \dfrac{a}{R}$ và $I = \dfrac{mR^2}{2}$ vào phương trình (2), rồi giải hệ phương trình (1) và (2) sẽ tìm được $a = \dfrac{1}{3}g$

Chọn phương án A.

**Câu 41.** Momen quán tính của đĩa đối với trục quay đi qua A bằng:

$$I = I_o + m\left(\frac{R}{2}\right)^2 = \frac{mR^2}{2} + \frac{mR^2}{4} = \frac{3mR^2}{4}$$

Ở đây m = 5 kg là khối lượng và R = 5 cm là bán kính của đĩa.

Phương trình chuyển động quay của đĩa ở thời điểm lúc F bắt đầu tác dụng là $I\gamma = F\dfrac{R}{2} + P\dfrac{R}{2} = (F + mg)\dfrac{R}{2}$

Từ đó tính được $\gamma = \dfrac{(F+mg)\dfrac{R}{2}}{\dfrac{3mR^2}{4}} = \dfrac{2(F+mg)}{3mR} = 400\ (rad/s^2)$

Chọn phương án A.

**Câu 42.** Đối với chuyển động nhanh dần đều của vật m ta có

$$2a_v s = v^2 - v_o^2 = v^2$$

Suy ra $v = \sqrt{2a_v s} = 20cm/s$

Tốc độ dài của A cũng bằng v . Từ đó ta tính được gia tốc toàn phần của A là

$$a_A = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{a_t^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}$$

Ở đây $a_t = a_v = 2,00\ cm/s^2$

Thay số vào ta được $a_A \approx 20,1\ cm/s^2$

Chọn phương án A.

**Câu 43.** Đổi: $\omega = 45$ (vòng/phút) $= 45.\frac{2\pi}{60} = 4,71\ (rad/s)$

Động năng quay của bánh đà: $W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.10.4,71^2 \approx 111\ (J)$

Chọn phương án B.

**Câu 44.** Đổi: $\omega = 75$ (vòng/phút) $= 75.\frac{2\pi}{60} \approx 7,85\ (rad/s)$

Momen quán tính của thanh:

$$I = \frac{1}{12}ml^2 = \frac{1}{12}.0,1.0,5^2 \approx 2.10^{-3}(kg.m^2)$$

Momen động lượng của thanh đối với trục quay Δ:

$L = I\omega = 2.10^{-3}.7,85 = 0,0157\ (kgm^2/s)$

Chọn phương án A.

**Câu 45.** Đổi: $\omega = 60$ (vòng/phút) $= 60.\frac{2\pi}{60} \approx 6,28\ (rad/s)$

Momen quán tính của đĩa:

$$I = \frac{1}{2}mR^2 = \frac{1}{2}.2.0,5^2 = 0,25\ (kg.m^2)$$

Momen động lượng của đĩa:

$$L = I\omega = 0,25.6,28 \approx 1,57\ (kg.m^2/s)$$

Chọn phương án A.

**Câu 46.** Đổi: $\omega = 270$ (vòng/phút) $= 270.\dfrac{2\pi}{60} \approx 28,26\ (rad/s)$

Momen quán tính của quả cầu:

$$I = \frac{2}{5}mR^2 = \frac{2}{5}.2.0,1^2 = 0,008\ (kg.m^2)$$

Momen động lượng của quả cầu:

$$L = I\omega = 0,008.28,26 \approx 0,226\ (kg.m^2/s)$$

Chọn phương án B.

**Câu 47.** Thùng nước chịu tác dụng của trọng lực $m\vec{g}$ và lực căng $\vec{T}$ của sợi dây.

Áp dụng định luật II Newton cho chuyển động tịnh tiến của thùng nước, ta có: $mg - T = ma$ (1)

Ròng rọc chịu tác dụng của trọng lực $M\vec{g}$, phản lực $\vec{Q}$ của trục quay và lực căng $\vec{T'}$ của sợi dây (T' = T).

Lực căng $\vec{T'}$ gây ra chuyển động quay cho ròng rọc. Momen của lực căng dây $\vec{T'}$ đối với trục quay của ròng rọc là:

$$M = T'R = TR.$$

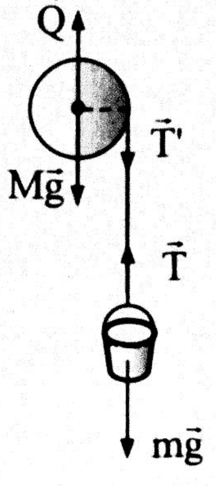
Áp dụng phương trình động lực học cho chuyển động quay của ròng rọc, ta có: $TR = I\gamma$ (2)

Gia tốc tịnh tiến a của thùng nước liên hệ với gia tốc góc $\gamma$ của ròng rọc theo hệ thức: $\gamma = \dfrac{a}{R}$ (3)

Từ (2) và (3) suy ra: $T = \dfrac{I\gamma}{R} = \dfrac{Ia}{R^2}$ (4)

Thay T từ (4) vào (1), ta được: $mg - \dfrac{Ia}{R^2} = ma$

Suy ra: $a = \dfrac{mg}{m + \dfrac{I}{R^2}} = \dfrac{1}{\left(1 + \dfrac{I}{mR^2}\right)}g$



Hình 5.8

Chọn phương án B.

# Chương II. DAO ĐỘNG CƠ HỌC

## Chủ đề 1. ĐẠI CƯƠNG VỀ DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

### Dạng 1. TÌM CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG VÀ VIẾT PHƯƠNG TRÌNH DAO ĐỘNG

BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.1<br>B | 1.2<br>B | 1.3<br>D | 1.4<br>B | 1.5<br>C | 1.6<br>D | 1.7<br>D | 1.8<br>A | 1.9<br>C | 1.10<br>B |
| 1.11<br>D | 1.12<br>B | 1.13<br>A | | | | | | | |

HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 1.1.** Để so sánh pha của chúng, cần phải viết chúng cùng hàm sin hoặc hàm cos. Nếu $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ thì

$$v = -A\omega\sin(\omega t + \varphi) = A\omega\cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

và $a = v' = x'' = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = \omega^2 A\cos(\omega t + \varphi + \pi)$

Như vậy : + v vuông pha với x và a.

+ a ngược pha với x.

Chọn phương án B.

**Câu 1.2.** Tần số dao động là số dao động vật thực hiện được trong một đơn vị thời gian. Vì vậy, nếu biết được trong một giây có bao nhiêu dao động sẽ xảy ra sẽ biết được tần số của nó.

Trong thời gian 1 phút (60 giây) có số dao động là 360

$\Rightarrow$ trong 1 giây, số dao động là:

$$\frac{360.1}{60} = 6 \Rightarrow \text{tần số } f = 6\text{ Hz}$$

Chọn phương án B.

**Câu 1.4.** Từ mối quan hệ giữa gia tốc a và li độ x trong dao động điều hoà: $a = -\omega^2 x$

$$\Rightarrow \omega^2 = -\frac{a}{x} = -\frac{480}{-12} = 40 \Rightarrow \omega = 2\pi \text{ (rad/s)}$$

Chu kỳ dao động của vật: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1\,(s)$

Chọn phương án B.

**Câu 1.5.** Từ $x = 4\cos(10\pi t - \frac{\pi}{3})$ cm suy ra biểu thức vận tốc:

$$v = -40\pi\sin(10\pi t - \frac{\pi}{3}) \text{ cm/s}$$

Tại thời điểm t = 0,5 s:

$$\begin{cases} x = 4\cos(10\pi\,.\,0{,}5 - \frac{\pi}{3}) = 4\cos(5\pi - \frac{\pi}{3}) = 4\,.\,(-\frac{1}{2}) = -2\text{ (cm)} \\ v = -40\pi\sin(10\pi.0{,}5 - \frac{\pi}{3}) = -40\pi\sin(10\pi\,.\,0{,}5 - \frac{\pi}{3}) = -20\pi\sqrt{3}\text{ (cm)} \end{cases}$$

Chọn phương án C.

**Câu 1.6.** Ta có: $\omega = 2\pi f = 4\pi$ (rad/s)

$$\Rightarrow A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{2^2 + \left(\frac{4\sqrt{5}\pi}{4\pi}\right)^2} = 3\text{ (cm)}$$

Chọn phương án D.

**Câu 1.7.** Thay A = 4 (cm), x = 2 (cm) và v = 100 (cm/s) vào phương trình

$$A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow \omega = \frac{50}{\sqrt{3}}\text{ (rad/s)} \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = 4{,}6\text{ Hz}$$

Chọn phương án D.

**Câu 1.8.** Từ phương trình $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$, viết cho 2 vị trí ta được:

$$+A^2 = x_1^2 + \frac{v_1^2}{\omega^2} \Rightarrow A^2 = 8^2 + \frac{12^2}{\omega^2} \qquad (1)$$

$$+A^2 = x_2^2 + \frac{v_2^2}{\omega^2} \Rightarrow A^2 = (-6)^2 + \frac{16^2}{\omega^2} \qquad (2)$$

Giải hệ hai phương trình (1) và (2) cho : $\omega$ = 2 rad/s, A = 10 cm.

Chọn phương án A.

**Câu 1.9.** Từ $x = 4\cos(10\pi t - \frac{\pi}{3})$ (cm) $\Rightarrow v = -40\pi\sin(10\pi t - \frac{\pi}{3})$ (cm)

Tại t = 0, ta có $\begin{cases} x_0 = 4\cos\left(-\frac{\pi}{3}\right) = 2 \text{ cm} \\ v_0 = -40\pi\sin\left(-\frac{\pi}{3}\right) > 0 \end{cases}$

Chọn phương án C.

**Câu 1.10.** Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Ta có: $\omega = 2\pi f = 4\pi$ (rad/s)

Tại t = 0 : $x = A \Rightarrow A\cos\varphi = A \Rightarrow \varphi = 0$

Vậy phương trình dao động của vật là: $x = 6\cos 4\pi t$ cm

Chọn phương án B.

**Câu 1.11.** Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Ta có: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi$ (rad/s)

Tại t = 0 : $\begin{cases} x = 2,5\sqrt{2} \text{ cm} \\ v < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5\cos\varphi = 2,5\sqrt{2} \\ -\sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$

Vậy phương trình dao động của vật là:

$$x = 5\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{cm}$$

Chọn phương án D.

**Câu 1.12.** Phương trình dao động của vật có dạng:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

Ta có: $\omega = 2\pi f = 4\pi$ (rad/s)

Từ (1) $\Rightarrow a = -A\omega^2\cos(\omega t + \varphi)$

Theo bài ra: khi $\omega t + \varphi = -\frac{\pi}{4}$ thì $a = -800$ cm/s$^2$

$\Leftrightarrow -A\omega^2\cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) = -800 \Leftrightarrow A = 5\sqrt{2}$ (cm)

Chọn phương án B.

**Câu 1.13.** Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Ta có: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi\,(rad/s)$

Vận tốc của vật khi đi qua vị trí cân bằng được tính: $v_0 = A\omega$

$\Rightarrow A = \frac{v_0}{\omega} = \frac{31,4}{\pi} \approx 10\,(cm)$

Tại $t = 0$ : $\begin{cases} x = 5\text{ cm} \\ v < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 10\cos\varphi = 5 \\ -\sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = \frac{1}{2} \\ \sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}$

Vậy phương trình dao động của vật là: $x = 10\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm

Chọn phương án A.

## Dạng 2. TÌM THỜI ĐIỂM VẬT ĐI QUA VỊ TRÍ M VÀ THỜI GIAN VẬT ĐI TỪ M ĐẾN N

### BẢNG ĐÁP ÁN

| 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.6 |
|---|---|---|---|---|---|
| C | A | C | A | B | C |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 2.1.** Khi vật đi qua vị trí cân bằng:

$$x = A\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{6}\right) = 0 \Leftrightarrow \pi t - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{2} + k\pi \Leftrightarrow t = \frac{2}{3} + k\ \ (s)$$

Chọn phương án C.

**Câu 2.2.** Ta có:

$$\begin{cases} x = 5\sqrt{2}\cos(\pi t - \frac{\pi}{4}) = -5\ \text{cm} \\ v = -5\sqrt{2}\pi\sin(\pi t - \frac{\pi}{4}) > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos(\pi t - \frac{\pi}{4}) = -\frac{\sqrt{2}}{2}\ \text{cm} \\ -\sin(\pi t - \frac{\pi}{4}) > 0 \end{cases}$$

$\Rightarrow \pi t - \frac{\pi}{4} = \frac{5\pi}{4} + k2\pi$ (với $k \in Z$) $\Rightarrow$ $t = 1,5 + 2k$ (s)

Do $t \geq 0$ nên k phải nhận các giá trị k = 1, 2, 3,...

Chọn phương án A.

**Câu 2.3.** Khi chất điểm đi qua vị trí có li độ x = +1 cm: $2\cos(5\pi t - \pi/3) = 1$

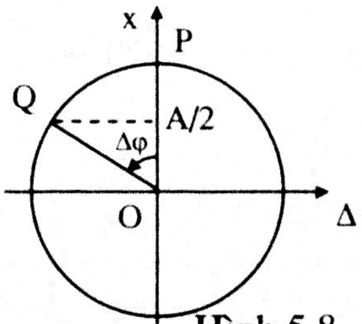
$$\left[\begin{array}{l} 5\pi t - \frac{\pi}{3} = -\frac{\pi}{3} + k2\pi \\ 5\pi t - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{3} + l2\pi \end{array}\right. \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} t = \frac{2}{5}.k \\ t = \frac{2}{15} + l\frac{2}{5} \end{array}\right. \quad (k, l \in Z)$$

Vì $0 < t < 1$ nên: k = 1, 2 và $l$ = 0, 1, 2: Có 5 giá trị của t ⇒ trong một giây đầu tiên kể từ lúc t = 0 chất điểm 5 lần qua vị trí x = + 1 cm.

Chọn phương án C.

**Câu 2.4.** Áp dụng mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều,

⇒ khoảng thời gian ngắn nhất để nó đi từ vị trí có li độ x = A đến vị trí có li độ x = A/2 bằng thời gian chất điểm chuyển động tròn đều từ P đến Q (hình 5.8).



Hình 5.8

Từ hình vẽ ta dễ dàng tính được $\Delta\varphi = \frac{\pi}{3}$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\pi}{3\omega} = \frac{1}{6}.\frac{2\pi}{\omega} = \frac{T}{6} \text{ (s)}$$

Chọn phương án A.

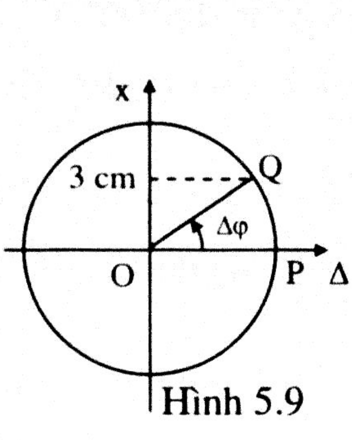
**Câu 2.5.** Áp dụng mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều ⇒ thời gian vật nặng đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ x = 3 cm bằng thời gian chất điểm chuyển động tròn đều với vận tốc góc ω trên đường tròn bán kính A từ P đến Q (hình 5.9).

Từ hình vẽ ta dễ dàng tính được $\Delta\varphi = \frac{\pi}{6}$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{1}{120} \text{ (s)}$$

$$\Rightarrow \bar{v} = \frac{s}{\Delta t} = 360 \text{ (cm/s)} = 3,6 \text{ (m/s)}$$

Chọn phương án B.



Hình 5.9

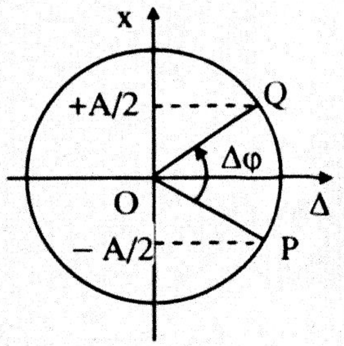
**Câu 2.6.** Áp dụng mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều ⇒ thời gian vật nặng đi từ I tới J bằng thời gian chất điểm chuyển động tròn đều từ P đến Q (hình vẽ).

Từ hình vẽ ta dễ dàng tính được:

$\Delta\varphi = 2.\frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3}$

$\Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{1}{6}$ (s)

$\Rightarrow \overline{v} = \frac{s}{\Delta t} = 60$ (cm/s)



Hình 5.10

Chọn phương án C.

## Dạng 3. TÌM QUÃNG ĐƯỜNG VẬT ĐI ĐƯỢC TRONG MỘT KHOẢNG THỜI GIAN

### BẢNG ĐÁP ÁN

| 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 |
|---|---|---|---|---|---|
| C | C | A | D | B | C |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 3.1.** Thời gian vật chuyển động từ vị trí biên về vị trí cân bằng là T/4 ⇒ Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian T/4 từ vị trí biên chính là khoảng cách từ vị trí biên về vị trí cân bằng và bằng A. Chọn phương án C.

**Câu 3.2.** Chu kỳ dao động của vật: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1$ (s)

Ta có: $\Delta t = \frac{8}{3} = 2 + \frac{1}{2} + \frac{1}{6} = 2T + \frac{T}{2} + \frac{1}{6}$ (s)

⇒ Quãng đường vật đi được trong 2,5 s đầu là: $S_1 = 2.4A + 2A = 80$ (cm)

– Tại thời điểm 2,5 s: $\begin{cases} x_1 = 8\cos(2\pi.2,5 - \pi) \text{ cm} = 8 \text{ cm} \\ v_1 = -16\pi\sin(2\pi.2,5 - \pi)\ \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0 \end{cases}$

– Tại thời điểm $\frac{8}{3}$ s: $\begin{cases} x_2 = 8\cos\left(2\pi.\frac{8}{3} - \pi\right) \text{cm} = 4 \text{ cm} \\ v_2 = -16\pi\sin\left(2\pi.\frac{8}{3} - \pi\right)\frac{\text{cm}}{\text{s}} < 0 \end{cases}$

⇒ Trong khoảng thời gian từ 2,5 s đến 8/3 s, vật không đổi chiều chuyển động.

⇒ Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ 2,5 s đến 8/3 s là: $S_2 = |x_2 - x_1| = 4$ (cm)

⇒ Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian 8/3 s tính từ thời điểm ban đầu là: $S = S_1 + S_2 = 84$ (cm)

Chọn phương án C.

**Câu 3.3.** Chu kỳ dao động của vật: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi} = 2$ (s)

Ta có: $\Delta t = \frac{13}{3} - \frac{3}{2} = \frac{17}{6} = 2 + \frac{5}{6} = T + \frac{5}{6}$ (s)

⇒ Quãng đường vật đi được từ $t_1 = 1,5$ s đến t' = 3,5 s là: $S_1 = 4A = 40$ (cm)

– Tại thời điểm 3,5 s: $\begin{cases} x_1 = 10\cos\left(\pi.3,5 - \frac{\pi}{2}\right) \text{cm} = -10 \text{ cm} \\ v_1 = -10\pi\sin\left(\pi.3,5 - \frac{\pi}{2}\right)\frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0 \end{cases}$

– Tại thời điểm $\frac{13}{3}$ s: $\begin{cases} x_2 = 10\cos\left(\pi.\frac{13}{3} - \frac{\pi}{2}\right) \text{cm} = 5\sqrt{3} \text{ cm} \\ v_2 = -10\pi\sin\left(\pi.\frac{13}{3} - \frac{\pi}{2}\right)\frac{\text{cm}}{\text{s}} > 0 \end{cases}$

⇒ Trong khoảng thời gian từ 3,5 s đến 13/3 s, vật không đổi chiều chuyển động.

⇒ Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ 3,5 s đến 13/3 s là:

$$S_2 = |x_2 - x_1| = 10 + 5\sqrt{3} \text{ (cm)}$$

⇒ Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ $t_1 = 1,5$ s đến $t_2 = \frac{13}{3}$ s là: $S = S_1 + S_2 = 50 + 5\sqrt{3}$ (cm)

Chọn phương án A.

**Câu 3.4.** Chu kỳ dao động của vật: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1\ (s)$

Ta có: $\Delta t = 4,625 - 1 = 3,625 = 3T + \frac{T}{2} + 0,125\ (s)$

⇒ Quãng đường vật đi được từ $t_1$ = 1 s đến t' = 4,5 s là:

$S_1 = 3.4A + 2A = 70$ (cm)

– Tại thời điểm 4,5 s: $\begin{cases} x_1 = 5\cos\left(2\pi.4,5 - \frac{\pi}{4}\right) cm = -2,5\sqrt{2}\ cm \\ v_1 = -10\pi\sin\left(2\pi.4,5 - \frac{\pi}{4}\right)\frac{cm}{s} < 0 \end{cases}$

– Tại thời điểm 4,625 s: $\begin{cases} x_2 = 5\cos\left(2\pi.4,625 - \frac{\pi}{4}\right) cm = -5\ cm \\ v_2 = -10\pi\sin\left(2\pi.4,635 - \frac{\pi}{4}\right)\frac{cm}{s} = 0 \end{cases}$

⇒ Trong khoảng thời gian từ 4,5s đến 4,625s, vật không đổi chiều chuyển động.

⇒ Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ 4,5 s đến 4,625 s là: $S_2 = |x_2 - x_1| = 5 - 2,5\sqrt{2}$ (cm)

⇒ Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ $t_1$ = 1s đến $t_2$ = 4,625s là: $S = S_1 + S_2 = 75 - 2,5\sqrt{2}$ (cm)

$$\Rightarrow \bar{v} = \frac{S}{\Delta t} = \frac{75 - 2,5\sqrt{2}}{3,625} \approx 19,7\ (cm/s)$$

Chọn phương án D.

**Câu 3.5.** Chu kỳ dao động của vật: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1\ (s)$

Ta có: $\Delta t = 4,875 - 2 = 2,875 = 2T + \frac{T}{2} + 0,375\ (s)$

⇒ Quãng đường vật đi được từ $t_1$ = 2 s đến t' = 4,5 s là:

$S_1 = 2.4A + 2A = 20$ (cm)

– Tại thời điểm t' = 4,5 s: $\begin{cases} x_1 = 2\cos\left(2\pi.4,5 + \frac{\pi}{4}\right) cm = -\sqrt{2}\ cm \\ v_1 = -4\pi\sin\left(2\pi.4,5 + \frac{\pi}{4}\right)\frac{cm}{s} > 0 \end{cases}$

– Tại thời điểm $t_2 = 4,875$ s: $\begin{cases} x_2 = 2\cos\left(2\pi.4,875 + \dfrac{\pi}{4}\right) \text{cm} = 2 \text{ cm} \\ v_2 = -4\pi\sin\left(2\pi.4,875 + \dfrac{\pi}{4}\right) \dfrac{\text{cm}}{\text{s}} = 0 \end{cases}$

⇒ Trong khoảng thời gian từ 4,5 s đến 4,875 s, vật không đổi chiều chuyển động.

⇒ Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ 4,5 s đến 4,875 s là:

$$S_2 = |x_2 - x_1| = 2 + \sqrt{2} \text{ (cm)}$$

⇒ Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ $t_1 = 2$ s đến $t_2 = 4,875$ s là: $S = S_1 + S_2 = 22 + \sqrt{2}$ (cm)

$$\Rightarrow \bar{v} = \frac{S}{\Delta t} = \frac{22 + \sqrt{2}}{2,875} \approx 8,14 \text{ (cm/s)}$$

Chọn phương án B.

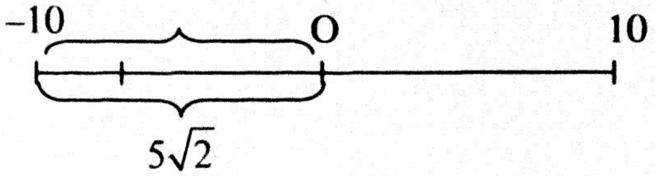
**Câu 3.6.** Chu kỳ dao động của vật: $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi}{5\pi} = 0,4$ (s)

Ta có: $\Delta t = 1,55 = 3T + \dfrac{T}{2} + 0,15$ (s)

⇒ Quãng đường vật đi được trong 1,4 s đầu là: $S_1 = 3.4A + 2A = 140$ (cm)

– Tại thời điểm 1,4 s: $\begin{cases} x_1 = 10\cos\left(5\pi.1,4 - \dfrac{\pi}{2}\right) \text{cm} = 0 \\ v_1 = -50\pi\sin\left(5\pi.1,4 - \dfrac{\pi}{2}\right) \dfrac{\text{cm}}{\text{s}} < 0 \end{cases}$

– Tại thời điểm 1,55 s: $\begin{cases} x_2 = 10\cos\left(5\pi.1,55 - \dfrac{\pi}{2}\right) \text{cm} = -5\sqrt{2} \text{ cm} \\ v_2 = -50\pi\sin\left(5\pi.1,55 - \dfrac{\pi}{2}\right) \dfrac{\text{cm}}{\text{s}} > 0 \end{cases}$




⇒ Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ 1,4 s đến 1,55s là: $S_2 = 20 - 5\sqrt{2}$ (cm)

⇒ Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian 1,55 s tính từ lúc xét dao động là: $S = S_1 + S_2 = 160 - 5\sqrt{2}$ (cm)

Chọn phương án C.

# BÀI TẬP TỔNG HỢP

## BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1<br>D | 2<br>D | 3<br>D | 4<br>C | 5<br>B | 6<br>A | 7<br>D | 8<br>C | 9<br>D | 10<br>C |
| 11<br>A | 12<br>C | 13<br>B | 14<br>C | | | | | | |

## HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 3.** Từ $x = 2\cos(4t + \pi/3)$ cm $\Rightarrow v = x' = -8\sin\left(4t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm/s

$\Rightarrow v_{max} = 8$ cm/s

Chọn phương án D.

**Câu 4.** Từ $x = 6\cos(4t - \pi/2)$ cm $\Rightarrow v = x' = -24\sin\left(4t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm/s

$\Rightarrow a = v' = -96\cos\left(4t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm/s$^2$

$\Rightarrow a_{max} = 96$ cm/s$^2$

Chọn phương án C.

**Câu 6.** Giả sử vật dao động điều hòa với phương trình: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ (1)

$\Rightarrow v = x' = -A\omega\sin(\omega t + \varphi)$

$\Rightarrow a = v' = -A\omega^2\cos(\omega t + \varphi) = A\omega^2\cos(\omega t + \varphi + \pi)$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ li độ và gia tốc của vật biến thiên điều hoà cùng tần số và ngược pha với nhau.

Chọn phương án A.

**Câu 7.** Giả sử vật dao động với phương trình: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ (1)

$\Rightarrow$ Vận tốc: $v = x' = -A\omega\sin(\omega t + \varphi) = A\omega\cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ vận tốc v sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với li độ x.

Chọn phương án D.

**Câu 9.** Tần số góc: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{3,14} \approx 2$ (rad/s)

Vận tốc của vật khi nó qua vị trí cân bằng:

$$v = v_{max} = A\omega = 1.2 = 2 \text{ (m/s)}$$

Chọn phương án D.

**Câu 10.** Ta có:

$$x = -5\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)\text{cm} = 5\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6} - \pi\right)\text{cm} = 5\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)\text{cm}$$

$\Rightarrow$ Pha ban đầu của dao động: $\varphi = -\frac{5\pi}{6}$

Chọn phương án C.

**Câu 11.** Khi vật đi qua vị trí có li độ x = 2 cm theo chiều dương:

$$\begin{cases} x = 4\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)\text{ cm} = 2\text{ cm} \\ v = -16\pi\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right) > 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = \frac{1}{2} \\ \sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right) < 0 \end{cases}$$

$\Leftrightarrow 4\pi t + \frac{\pi}{6} = -\frac{\pi}{3} + k2\pi \Leftrightarrow t = -\frac{1}{8} + \frac{k}{2}$ (s) (k = 1, 2, 3...)

Chọn phương án A.

**Câu 12.** Khi vật đi qua vị trí cân bằng: $x = 3\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{6}\right) = 0$

$\Leftrightarrow 5\pi t - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{2} + k\pi \Leftrightarrow t = \frac{2}{15} + \frac{k}{5}$ (s) $(k \in Z)$

Trong giây đầu tiên: $0 < t \le 1$ s $\Rightarrow 0 < \frac{2}{15} + \frac{k}{5} \le 1 \Leftrightarrow -\frac{2}{3} < k \le \frac{13}{3}$

Kết hợp với điều kiện $k \in Z \Rightarrow k = 0, 1, 2, 3, 4$ : có 5 giá trị của k $\Rightarrow$ có 5 lần vật đi qua vị trí cân bằng.

Chọn phương án C.

**Câu 13.** Thời gian ngắn nhất cần tìm để vật đi từ li độ $-\frac{A}{2}$ đến $+\frac{A}{2}$ chỉ có thể là thời gian vật đi theo chiều dương như hình vẽ.

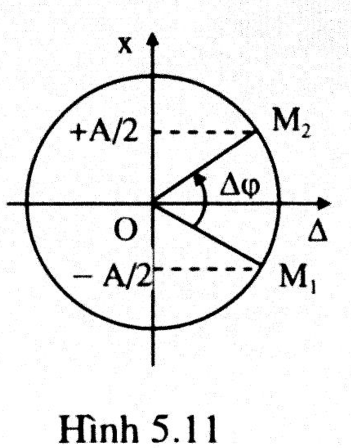
Sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều, thời gian này chính bằng thời gian chất điểm M chuyển động trên cung $M_1M_2$.

Cung $M_1M_2$ chắn một góc ở tâm

$$\alpha = 60^o = \frac{\pi}{3}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\alpha}{2\pi}T = \frac{\frac{\pi}{3}}{2\pi}T = \frac{T}{6}$$

Chọn phương án B.




Hình 5.11

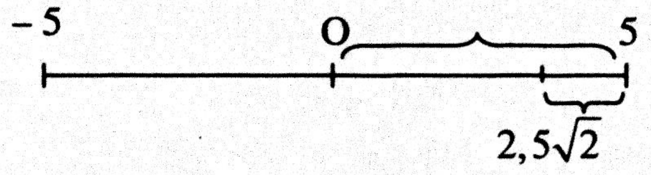
**Câu 14.** Chu kỳ dao động của vật: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi} = 2\ (s)$

Ta có: $\Delta t = 8,5 = 4T + 0,75\ (s)$

$\Rightarrow$ Quãng đường vật đi được trong 8 s đầu là: $S_1 = 4.4A = 80\ (cm)$

– Tại thời điểm 8 s: $\begin{cases} x_1 = 5\cos\left(\pi.8 - \frac{\pi}{2}\right) cm = 0 \\ v_1 = -5\pi\sin\left(\pi.8 - \frac{\pi}{2}\right) \frac{cm}{s} > 0 \end{cases}$

– Tại thời điểm 8,75 s: $\begin{cases} x_2 = 5\cos\left(\pi.8,75 - \frac{\pi}{2}\right) cm = 2,5\sqrt{2}\ cm \\ v_2 = -5\pi\sin\left(\pi.8,75 - \frac{\pi}{2}\right) \frac{cm}{s} < 0 \end{cases}$




$\Rightarrow$ Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ 8 s đến 8,75 s là:

$$S_2 = 5 + 5 - 2,5\sqrt{2} = 10 - 2,5\sqrt{2}\ (cm)$$

$\Rightarrow$ Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian 1,55 s tính từ lúc xét dao động là: $S = S_1 + S_2 = 90 - 2,5\sqrt{2}\ (cm)$

Chọn phương án C.

## Chủ đề 2. CON LẮC LÒ XO

### Dạng 1. TÌM CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG VÀ VIẾT PHƯƠNG TRÌNH DAO ĐỘNG

BẢNG ĐÁP ÁN

| 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 1.10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | C | B | C | B | C | A | A | A | C |

## HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 1.1.** Tần số góc của dao động con lắc lò xo: $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}}$

$\Rightarrow$ Tần số $f = \dfrac{\omega}{2\pi} = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k}{m}}$

Khi k tăng lên 2 lần và m giảm 8 lần:

$$f' = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k'}{m'}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2k}{\frac{m}{8}}} = 4.\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = 4f$$ : tần số sẽ tăng lên 4 lần

Chọn phương án A.

**Câu 1.2.** Áp dụng công thức tính chu kì $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$ cho 3 trường hợp :

Với $m_1$, có : $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m_1}{k}} \Rightarrow \dfrac{m_1}{k} = \dfrac{T_1^2}{4\pi^2}$

Với $m_2$ : $T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m_2}{k}} \Rightarrow \dfrac{m_2}{k} = \dfrac{T_2^2}{4\pi^2}$

Với $m_3 = m_1 + m_2$:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m_3}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k} + \frac{m_2}{k}} = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$$

Thay số ta được : $T_3 = \sqrt{0,6^2 + 0,8^2} = 1$ s

Chọn phương án C.

**Câu 1.3.** Độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng:

$$\Delta l = l - l_0 = 24 - 20 = 4 \text{ (cm)}$$

Tại vị trí cân bằng, vật nặng chịu tác dụng của 2 lực: trọng lực $\vec{P}$ và lực đàn hồi $\vec{F}_{dh}$.

Ta có: $\vec{P} + \vec{F}_{dh} = \vec{0} \Rightarrow mg - k\Delta l = 0$

$$\Rightarrow mg = k\Delta l \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}} = \sqrt{\frac{10}{0,04}} = 5\pi \text{ (rad/s)}$$

Tần số dao động là: $f = \dfrac{\omega}{2\pi} = \dfrac{5\pi}{2\pi} = 2,5$ (Hz)

Chọn phương án B.

**Câu 1.4.**

+ Từ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{m.(2\pi)^2}{T^2}$, thay số được $k = \frac{0,25.(2\pi)^2}{0,5^2} = 40$ (N/m)

+ Trọng lực $\overline{P}$ cân bằng với lực nâng của giá đỡ. Tại vị trí cân bằng không có lực nào tác dụng lên vật theo phương ngang ⇒ vật ở vị trí cân bằng, lò xo không bị biến dạng, trong quá trình vật dao động, độ lớn của li độ chính là độ nén (hay giãn) của lò xo, vì vậy ta có thể viết $F_{dh} = k\Delta l = k|x|$

+ $F_{dh} = F_{dh\,max} \Leftrightarrow x = x_{max} = \pm A = \pm 10\ (cm) = \pm 0,1\ (m)$

Lúc đó $F_{dh\,max} = k|x| = 40\ .\ |\pm 0,1| = 4$ (N)

Chọn phương án C.

**Câu 1.5.** Tại t = 0: $\begin{cases} x = A\cos\frac{\pi}{2} = 0 \\ v = -A\omega\sin\frac{\pi}{2} < 0 \end{cases}$ : vật đi qua vị trí cân bằng O ngược chiều dương của trục Ox.

Chọn phương án B.

**Câu 1.6.** Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Tại $t = 0: \begin{cases} x = 0 \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = 0 \\ -A\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$

Vậy phương trình dao động của vật là: $x = A\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

Chọn phương án C.

**Câu 1.7.** Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Tần số góc: $\omega = 2\pi f$

Tại t = 0: $x = A \Rightarrow A\cos\varphi = A \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$

Vậy phương trình dao động của vật là: $x = A\cos(2\pi ft)$

Chọn phương án A.

**Câu 1.8.** Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Ta có: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{4}{0,4}} = \sqrt{10}$ (rad/s); $\quad A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = 2\sqrt{10}$ (cm)

Tại $t = 0: \begin{cases} x = 0 \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = 0 \\ -A\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$

Vậy phương trình dao động của vật là: $x = 2\sqrt{10}\cos(\sqrt{10}t - \frac{\pi}{2})$ cm

Chọn phương án A.

**Câu 1.9.** Phương trình dao động có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

+ Tần số góc $\omega = 10\sqrt{5}$ rad/s.

+ Sử dụng phương trình $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$, thay số ta được :

$$A^2 = 2^2 + \frac{(20\sqrt{15})^2}{(10\sqrt{5})^2} = 2^2 + 3.2^2 = 4.2^2 = 4^2 \Rightarrow A = 4\text{ cm}$$

+ Tại t = 0, có: $\begin{cases} x_0 = 4\cos\varphi = 2\text{ cm} \\ v_0 = -40\sqrt{5}\sin\varphi = 20\sqrt{15}\text{ cm/s} \end{cases}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = \frac{1}{2} \\ \sin\varphi = -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{3}\text{ rad}$$

$$\Rightarrow x = 4\cos(10\sqrt{5}t - \frac{\pi}{3})\text{ cm}$$

Chọn phương án A.

**Câu 1.10.** Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Qua vị trí cân bằng, vận tốc của vật đạt cực đại:

$v_{max} = \omega A \Rightarrow \omega A = 20\pi$ (1)

Qua vị trí biên, gia tốc của vật đạt cực đại:

$a_{max} = \omega^2 A \Rightarrow \omega^2 A = 200$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \omega = \frac{10}{\pi}$ rad/s = $\pi$ rad/s và A = 20 cm

Tại t = 0: $\begin{cases} x = 20\cos\varphi = -10\sqrt{2} \\ v = -\frac{200}{\pi}\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = -\frac{\sqrt{2}}{2} \\ \sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{3\pi}{4}$ rad

Phương trình dao động là $x = 20\cos(\pi t - \frac{3\pi}{4})$ cm.

Chọn phương án C.

## Dạng 2. BÀI TOÁN VỀ NĂNG LƯỢNG CỦA CON LẮC LÒ XO

BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.1<br>C | 2.2<br>D | 2.3<br>C | 2.4<br>D | 2.5<br>C | 2.6<br>B | 2.7<br>A | 2.8<br>C | 2.9<br>C | 2.10<br>B |
| 2.11<br>C | 2.12<br>A | 2.13<br>A | | | | | | | |

## HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 2.3.** Từ $x = A\cos\omega t \Rightarrow v = x' = -A\omega\sin\omega t$

Động năng: $W_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2\omega t$

Chọn phương án C.

**Câu 2.4.** Từ $x = A\cos\omega t \Rightarrow v = x' = -A\omega\sin\omega t$

Động năng: $W_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2\omega t = \frac{1}{2}kA^2\sin^2\omega t$

Cơ năng: $W = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow W_đ = W\sin^2\omega t$.

Chọn phương án D.

**Câu 2.5.** Chu kỳ dao động của vật:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{4\pi} = 0{,}5 \text{ (s)}$$

Động năng của vật đó biến thiên với chu kì:

$$T' = \frac{T}{2} = \frac{0{,}5}{2} = 0{,}25 \text{ (s)}$$

Chọn phương án C.

**Câu 2.6.** Ta có $T' = \frac{T}{2} = \frac{\frac{2\pi}{\omega}}{2} = \frac{\pi}{\omega} = \frac{\pi}{4\pi} = \frac{1}{4} = 0{,}25 \text{ s}$

Chọn phương án B.

**Câu 2.7.** Ta có: $W = W_t + W_đ$ và $W_t = W_đ \Rightarrow W_t = \frac{1}{2}W$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}.\frac{1}{2}kA^2 \Leftrightarrow x = \pm\frac{A\sqrt{2}}{2}$

Chọn phương án A.

**Câu 2.8.** Ta có: $W = W_t + W_đ$ và $W_đ = 3W_t \Rightarrow W_t = \frac{1}{4}W$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{4}.\frac{1}{2}kA^2 \Leftrightarrow x = \pm\frac{A}{2} = \pm 2 \text{ (cm)}$

Chọn phương án C.

**Câu 2.9.** Có $E_đ + E_t = E = \frac{1}{2}kA^2$

+ Khi động năng của con lắc có giá trị gấp n lần thế năng, tức là $E_đ = nE_t$

$\Rightarrow nE_t + E_t = \frac{1}{2}kA^2$

$\Rightarrow (n + 1)E_t = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow (n + 1) . \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2$

$\Rightarrow x^2 = \frac{A^2}{(n + 1)} \Rightarrow x = \pm\frac{A}{\sqrt{n + 1}}$

Chọn phương án C.

**Câu 2.10.** Ta có: $W = W_t + W_d$ và $W_t = 3W_d \Rightarrow W_d = \frac{1}{4}W$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{4}.\frac{1}{2}kA^2$

$\Leftrightarrow v = \frac{1}{2}A.\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2}A\omega = \frac{1}{2}.6.10 = 30$ (cm/s) = 0,3 (m/s)

Chọn phương án B

**Câu 2.11.** Từ $W = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow A = \sqrt{\frac{2W}{k}} = \sqrt{\frac{2.0,02}{100}} = 0,02$ (m) = 2 (cm)

$\Rightarrow l_{max} = l_0 + A = 22$ (cm); $l_{min} = l_0 - A = 18$ (cm)

Chọn phương án C.

**Câu 2.12.** Ta có: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi$ (rad/s)

Từ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2 = 0,1.(2\pi)^2 = 4$ (N/m)

Từ $W = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow A = \sqrt{\frac{2W}{k}} = \sqrt{\frac{2.0,18}{4}} = 0,3$ (m) = 30 (cm)

$F_{dh\,Max} = kA = 4.0,3 = 1,2$ (N)

Chọn phương án A.

**Câu 2.13.** + Năng lượng dao động của con lắc $E = \frac{1}{2}kA^2$ (1)

+ Có $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$ và $\omega^2 = \frac{k}{m}$ ta được $A^2 = x^2 + \frac{mv^2}{k}$ (2)

Từ (1) và (2) được : $k = \frac{2E - mv^2}{x^2} = 250$ (N / m)

Chọn phương án A.

## Dạng 3. CON LẮC LÒ XO TREO THẲNG ĐỨNG VÀ CON LẮC LÒ XO NẰM TRÊN MẶT PHẲNG NGHIÊNG

### BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.1<br>D | 3.2<br>A | 3.3<br>D | 3.4<br>B | 3.5<br>C | 3.6<br>A | 3.7<br>A | 3.8<br>C | 3.9<br>B | 3.10<br>B |
| 3.11<br>C | 3.12<br>B | 3.13<br>B | 3.14<br>C | 3.15<br>B | | | | | |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 3.1.**

– Các lực tác dụng lên vật gồm: Trọng lực $\vec{P}$ hướng xuống dưới, lực đàn hồi $\vec{F}_{dh}$ hướng lên trên.

– Tại vị trí cân bằng có $F_{dh} = P \Rightarrow k\Delta l_0 = mg$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}}$$

$\Rightarrow$ Chu kỳ dao động của con lắc: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l_0}{g}}$

Chọn phương án D.

**Câu 3.2.** Độ dãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng:

$$\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{0,1.10}{100} = 0,01\ (m) = 1\ (cm)$$

$\Rightarrow$ Chiều dài của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng:

$$l = l_0 + \Delta l = 30 + 1 = 31\ (cm)$$

Chọn phương án A.

**Câu 3.3.** Có $\omega = 2\pi f = 5\pi\ rad/s \Rightarrow$ độ biến dạng của lò xo khi vật đang nằm ở vị trí cân bằng $\Delta l_0 = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{(5\pi)^2} = \frac{10}{250} = 0,04\ (m) = 4\ (cm)$

+ Biên độ : $A = \frac{l_{max} - l_{min}}{2} = \frac{24 - 20}{2} = 2\ (cm)$

+ Vì $l_{max} = l_0 + \Delta l_0 + A$

$\Rightarrow$ Chiều dài tự nhiên $l_0 = l_{max} - \Delta l_0 - A = 24 - 4 - 2 = 18\ (cm)$

+ Vì $A < \Delta l_o$ nên trong quá trình dao động lò xo luôn bị dãn, và vì luôn bị dãn nên lực đàn hồi cực tiểu khác không .

Chọn phương án D.

**Câu 3.4.** Vì $A > \Delta l$ nên trong quá trình dao động của vật, có những lúc lò xo bị dãn và những lúc lò xo bị nén, tức tồn tại vị trí của vật mà ở đó lò xo không bị biến dạng, lực đàn hồi của lò xo khi này bằng 0 $\Rightarrow F_{dh\,min} = 0$.

Chọn phương án B.

**Câu 3.5.** Vì $A < \Delta l$ nên trong quá trình dao động của vật thì lò xo luôn luôn bị dãn. Do vậy độ biến dạng (độ dãn) của lò xo đạt giá trị bé nhất (tương ứng với lực đàn hồi bé nhất) là lúc vật ở vị trí cao nhất, khi đó độ dãn của lò xo là $\Delta l - A$. Do vậy $F_{dh\,min} = k(\Delta l - A)$

Chọn phương án C.

**Câu 3.6.** Do vậy độ biến dạng của lò xo lớn nhất (tương ứng với lực đàn hồi có giá trị lớn nhất) là lúc vật ở vị trí biên dưới, khi đó độ dãn của lò xo là $A + \Delta l$. Do vậy $F_{dh\,max} = k(A + \Delta l)$.

Chọn phương án A.

**Câu 3.7.** Độ dãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng:

$$\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{0,2.10}{200} = 0,01\ (m) = 1\ (cm)$$

Vì $A > \Delta l$ nên trong quá trình dao động của vật, có những lúc lò xo bị dãn và những lúc lò xo bị nén, tức tồn tại vị trí của vật mà ở đó lò xo không bị biến dạng, lực đàn hồi của lò xo khi này bằng 0 $\Rightarrow F_{dh\,min} = 0$.

Chọn phương án A.

**Câu 3.8.** Độ dãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng:

$$\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{0,2.10}{100} = 0,02\ (m) = 2\ (cm)$$

Vì lò xo được kéo ra rồi thả nhẹ nên vị trí thả (vị trí lò xo bị dãn 7 cm) chính là vị trí biên.

$\Rightarrow$ Biên độ dao động của vật là: $A = 7 - 2 = 5\ (cm)$

Chọn phương án C.

**Câu 3.9.** Tại vị trí cân bằng: $mg = k\Delta l$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}} = \sqrt{\frac{10}{0,04}} = 5\pi\ (rad/s)$$

Tần số dao động của vật: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{5\pi}{2\pi} = 2,5\ (Hz)$

Chọn phương án B.

**Câu 3.10.** Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó: A = 8 cm; $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,4} = 5\pi$ (s)

Tại t = 0: $\begin{cases} x = 0 \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = 0 \\ -A\omega\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow x = 8\cos(5\pi t - \frac{\pi}{2})$ cm

– Độ dãn của lò xo tại vị trí cân bằng:

$$\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{(5\pi)^2} = 0,04 \text{ (m)} = 4 \text{ (cm)}$$

Vì $A > \Delta l$ nên trong quá trình dao động, lò xo có lúc dãn và lúc nén

$\Rightarrow F_{dh\,min} = 0$ (khi vật có li độ $x = -\Delta l = -4$ cm)

Khi vật đi qua vị trí $x = -4$ cm lần đầu:

$$\begin{cases} x = -4 \text{ cm} \\ v < 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 8\cos(5\pi t - \frac{\pi}{2}) = -4 \\ -\sin(5\pi t - \frac{\pi}{2}) < 0 \end{cases} \Leftrightarrow 5\pi t - \frac{\pi}{2} = \frac{2\pi}{3} + k2\pi$$

$\Leftrightarrow t = \frac{7}{30} + k.\frac{2}{3}$ $(k \in Z)$

Lần đầu (thời gian ngắn nhất) ứng với $t = t_{min} = \frac{7}{30}$.

Chọn phương án B.

**Câu 3.11.** Độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng:

$$\Delta l = \frac{mg\sin\alpha}{k} = \frac{0,4.10.\sin 30^\circ}{80} = 0,025 \text{ (m)} = 2,5 \text{ (cm)}$$

$\Rightarrow$ Chiều dài của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng:

$$l = l_0 + \Delta l = 25 + 2,5 = 27,5 \text{ (cm)}$$

Chọn phương án C.

**Câu 3.12.** Độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng:

$$\Delta l = l_0 - l = 12 - 11 = 1 \text{ (cm)} = 0,01 \text{ (m)}$$

Ta có: $mg\sin\alpha = k\Delta l \Rightarrow \sin\alpha = \frac{k\Delta l}{mg} = \frac{50.0,01}{0,1.10} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$

Chọn phương án B.

**Câu 3.13.** Ta có hệ:

$$\begin{cases} mg\sin\alpha = k\Delta l \\ mg\sin(\alpha + 30^\circ) = k\sqrt{3}\Delta l \end{cases} \Rightarrow \frac{\sin(\alpha + 30^\circ)}{\sin\alpha} = \sqrt{3}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\sin\alpha.\cos30^\circ + \cos\alpha.\sin30^\circ}{\sin\alpha} = \sqrt{3} \Leftrightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}\text{cotan}\alpha = \sqrt{3}$$

$$\Leftrightarrow \text{cotan}\alpha = \sqrt{3} \Leftrightarrow \alpha = 30^\circ$$

Chọn phương án B.

**Câu 3.14.** Độ dãn của lò xo tại vị trí cân bằng:

$$\Delta l = \frac{mg\sin\alpha}{k} = \frac{0,5.10.\sin45^\circ}{100} = 0,025\sqrt{2}\ \text{(m)} = 2,5\sqrt{2}\ \text{(cm)}$$

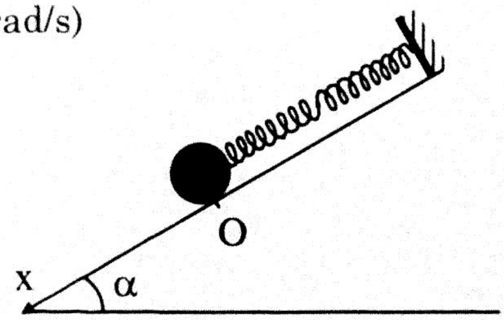
Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{0,5}} = 10\sqrt{2}$ (rad/s)

Tại t = 0: $\begin{cases} x = -2,5\sqrt{2}\ \text{cm} \\ v = 0 \end{cases}$

$$\Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = -2,5\sqrt{2}\ \text{cm} \\ -A\omega\sin\varphi = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A = 2,5\sqrt{2}\ \text{cm} \\ \varphi = \pi \end{cases}$$




Hình 5.12

Vậy phương trình dao động của vật là: $x = 2,5\sqrt{2}\cos(10\sqrt{2}t + \pi)$ cm

Chọn phương án C.

**Câu 3.15.** Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

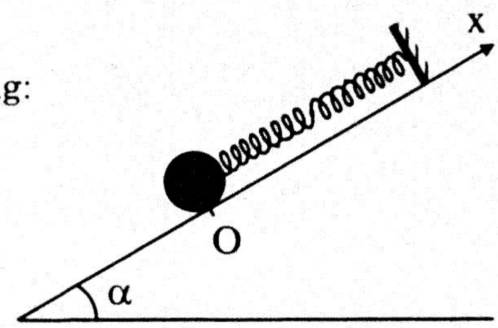
Trong đó: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{0,25}} = 20$ (rad/s)

Độ dãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng:

$$\Delta l = \frac{mg\sin\alpha}{k} = \frac{0,25.10.\sin30^\circ}{100}$$

$$= 0,0125\ \text{(m)} = 1,25\ \text{(cm)}$$

Tại t = 0: $\begin{cases} x = 1,25\ \text{cm} \\ v = -25\sqrt{3}\ \text{cm/s} \end{cases}$ (1)




Hình 5.13

$$\Rightarrow A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = \sqrt{1,25^2 + \left(\frac{25\sqrt{3}}{20}\right)^2} = 2,5\ \text{(cm)}$$

Thay vào (1) $\Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = 0,5 \\ -\sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \dfrac{\pi}{3}$

$\Rightarrow$ Phương trình dao động của vật là: $x = 2,5\cos\left(20t + \dfrac{\pi}{3}\right)$ cm

Chọn phương án B.

## Dạng 4. HỆ CON LẮC LÒ XO

### BẢNG ĐÁP ÁN

| 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.5 | 4.6 | 4.7 | 4.8a | 4.8b | 4.8c | 4.8d |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | C | D | A | C | C | A | C | B | A | A |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 4.1.** Vì hai lò xo ghép song song nên $k = k_1 + k_2 = 80$ (N/m)

Chọn phương án C.

**Câu 4.2.** Vì hai lò xo ghép song song nên $k = k_1 + k_2 = 20$ (N/m)

Chu kỳ dao động tự do của hệ: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{0,2}{20}} = \dfrac{\pi}{5}$ (s)

Chọn phương án C.

**Câu 4.3.** Chu kỳ dao động của con lắc lò xo được tính: $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

$\Rightarrow k = m.\left(\dfrac{2\pi}{T}\right)^2$

Khi treo m vào lò xo A: $k_1 = m.\left(\dfrac{2\pi}{T_1}\right)^2$

Khi treo m vào lò xo B: $k_2 = m.\left(\dfrac{2\pi}{T_2}\right)^2$

Khi treo m vào hệ 2 lò xo A và B mắc song song: $k = m.\left(\dfrac{2\pi}{T}\right)^2$

Mặt khác ta biết: $k = k_1 + k_2 \Rightarrow m.\left(\dfrac{2\pi}{T}\right)^2 = m.\left(\dfrac{2\pi}{T_1}\right)^2 + m.\left(\dfrac{2\pi}{T_2}\right)^2$

$\Leftrightarrow \dfrac{1}{T^2} = \dfrac{1}{T_1^2} + \dfrac{1}{T_2^2} \Leftrightarrow T = \dfrac{T_1T_2}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}}$

Chọn phương án D.

**Câu 4.4.** Vì hai lò xo ghép nối tiếp nên $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$

$$\Rightarrow k = \frac{k_1k_2}{k_1 + k_2} = \frac{20.60}{20 + 60} = 15 \text{ (N/m)}$$

Chọn phương án A.

**Câu 4.5.** Vì hai lò xo ghép nối tiếp nên $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$

$$\Rightarrow k = \frac{k_1k_2}{k_1 + k_2} = \frac{30.30}{30 + 30} = 15 \text{ (N/m)}$$

Chu kỳ dao động tự do của hệ: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,15}{15}} = \frac{\pi}{5}$ (s)

Chọn phương án C.

**Câu 4.6.**

+ Với lò xo còn nguyên, độ cứng k thì $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

+ Với phần lò xo đã bị cắt $k' = \frac{kl}{l'} = \frac{kl}{\frac{l}{2}} = 2k$ ta có:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k'}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}} = \frac{T}{\sqrt{2}}$$

Chọn phương án D.

**Câu 4.7.** Ta có: $kl_0 = k_1l_1 = k_2l_2$

$$\Rightarrow k_1 = k.\frac{l_0}{l_1} = 20.\frac{40}{10} = 80 \text{ (N/m)}; \quad k_2 = k.\frac{l_0}{l_2} = 20.\frac{40}{30} \approx 26,7 \text{ (N/m)}$$

Chọn phương án A.

**Câu 4.8a.** Ta có: $\Delta l_1 = \frac{mg}{k_1} = \frac{0,5.10}{75} = \frac{20}{3}.10^{-2} \text{ (m)} = \frac{20}{3} \text{ (cm)}$

$$\Delta l_2 = \frac{mg}{k_2} = \frac{0,5.10}{150} = \frac{10}{3}.10^{-2} \text{ (m)} = \frac{10}{3} \text{ (cm)}$$

Chọn phương án C.

**4.8b.** Vì hai lò xo ghép nối tiếp nên $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$

$$\Rightarrow k = \frac{k_1k_2}{k_1 + k_2} = \frac{75.150}{75 + 150} = 50 \text{ (N/m)}$$

Tần số góc của dao động của hệ: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{50}{0,5}} = 10 \text{ (rad/s)}$

Chọn phương án B.

**4.8c.** Vì $k_1\Delta l_1 = k_2\Delta l_2 \Rightarrow \Delta l_2 = \frac{k_1}{k_2}.\Delta l_1 = \frac{75}{150}.1 = 0,5\ (cm)$

$\Rightarrow$ Khi vật lên đến độ cao cực đại thì lò xo $k_2$ bị nén một đoạn 0,5 cm.

$\Rightarrow$ Tổng độ nén của cả 2 lò xo khi vật lên đến độ cao cực đại: 1,5 cm

$\Rightarrow$ Biên độ dao động của vật: 10 + 1,5 = 11,5 (cm)

Vận tốc ban đầu: $v_0 = A.\omega = 115$ (cm/s)

Chọn phương án A.

**4.8d.** Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Tại t = 0: $\begin{cases} x = 0 \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = 0 \\ -A\omega\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow$ Phương trình dao động của vật: $x = 11,5\cos\left(10t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm

Chọn phương án A.

## BÀI TẬP TỔNG HỢP

### BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1<br>C | 2<br>C | 3<br>B | 4<br>D | 5<br>C | 6<br>B | 7<br>A | 8<br>C | 9<br>B | 10<br>D |
| 11<br>A | 12<br>A | 13<br>A | 14<br>D | 15<br>B | 16<br>B | 17<br>B | 18<br>A | 19<br>B | 20<br>C |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 4.** Chu kỳ dao động của con lắc lò xo được tính: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

Khi $m = m_1$: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}$

Khi $m = m_2$: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}}$

$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \Rightarrow m_2 = m_1\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = 200.\left(\frac{1}{2}\right)^2 = 50\ (g)$

Chọn phương án D.

**Câu 5.** Chu kỳ dao động của con lắc lò xo được tính: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

Khi gắn quả nặng $m_1$: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}$ (1)

Khi gắn quả nặng $m_2$: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}}$ (2)

Khi gắn đồng thời hai quả nặng $(m_1 + m_2)$: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}}$ (3)

Từ (1), (2) và (3) $\Rightarrow T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = \sqrt{1,2^2 + 1,6^2} = 2$ (s)

Chọn phương án C.

**Câu 6.** Ta có: $20\,T_1 = 10T_2$

$\Rightarrow 2.2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}} \Leftrightarrow m_2 = 4m_1$ (1)

Ta cũng có: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}}$ (2)

Thay (1) vào (2) $\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{5m_1}{k}}$

$\Leftrightarrow m_1 = \frac{1}{5}.k.\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 = \frac{1}{5}.40.\left(\frac{\pi/2}{2\pi}\right)^2 = 0,5$ (kg)

$\Rightarrow m_2 = 4m_1 = 4.0,5 = 2$ (kg)

Chọn phương án B.

**Câu 7.** Ta có $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{50}{0,5}} = 10$ (rad/s)

$\Rightarrow A = \sqrt{\left(\frac{v}{\omega}\right)^2 + \left(\frac{a}{\omega^2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{60\sqrt{3}}{10}\right)^2 + \left(\frac{600}{10^2}\right)^2} = 12$ (cm)

Chọn phương án A.

**Câu 8.** Ta biết: – Vận tốc của vật bằng không khi nó ở vị trí biên.

– Thời gian vật đi từ vị trí cân bằng đến vị trí biên là T/4

$\Rightarrow$ Thời gian vật đi từ vị trí cân bằng đến vị trí mà vận tốc của nó bằng không là T/4.

Chọn phương án C.

**Câu 9.** Biên độ dao động của con lắc: $A = \frac{l_{max} - l_{min}}{2} = \frac{34 - 30}{2} = 2$ (cm)

Chọn phương án B.

**Câu 10.** Tần số góc: $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = \dfrac{2\pi}{0,5} = 4\pi$ (rad/s)

Mặt khác: $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2 = 0,4.(4\pi)^2 = 64$ (N/m)

Chọn phương án D.

**Câu 11.** Tần số góc: $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = \dfrac{2\pi}{0,5} = 4\pi$ (rad/s)

Mà $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2 = 0,4.(4\pi)^2 = 64$ (N/m)

Lực đàn hồi cực đại của lò xo tác dụng vào hòn bi:

$F_{dh\,max} = kA = 64.0,04 = 2,56$ (N)

Chọn phương án A.

**Câu 12.** Cơ năng con lắc : $E = \dfrac{1}{2}kA^2 = \dfrac{1}{2}900.(0,1)^2 = 4,5$ (J)

Tại li độ x = 4 cm, thế năng bằng : $E_t = \dfrac{1}{2}kx^2 = \dfrac{1}{2}900.(0,04)^2 = 0,72$ (J)

$\Rightarrow$ **Động năng là $E_đ = E - E_t = 4,5 - 0,72 = 3,78$ (J)**

Chọn phương án A.

**Câu 13.** Ta có: $W_1 = \dfrac{1}{2}k_1A_1^2 = \dfrac{1}{2}m_1\omega_1^2A_1^2$ và $W_2 = \dfrac{1}{2}k_2A_2^2 = \dfrac{1}{2}m_2\omega_2^2A_2^2$

$$\Rightarrow \frac{W_1}{W_2} = \frac{m_1}{m_2}.\left(\frac{\omega_1A_1}{\omega_2A_2}\right)^2 = \frac{0,05}{0,1}.\left(\frac{5\pi}{\pi}.\frac{1}{5}\right)^2 = \frac{1}{2}$$

Chọn phương án A.

**Câu 14.** Ta có: $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} = \sqrt{\dfrac{100}{0,25}} = 20$ (rad/s)

$\Rightarrow T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi}{20} = \dfrac{\pi}{10}$ (s)

Vì $\Delta t = T$ nên quãng đường vật đi được là: s = 4A = 4.6 = 24 (cm)

Chọn phương án D.

**Câu 15.** Với $m_1$, tại vị trí cân bằng ta có: $m_1g = k(l_1 - l_0)$

Với $m_2$, tại vị trí cân bằng ta có: $m_2g = k(l_2 - l_0)$

Trừ vế với vế hai phương trình trên ta được:

$$(m_2 - m_1)g = k(l_2 - l_1)$$

Thay $m_2 = 3m_1 \Rightarrow (3m_1 - m_1)g = k(l_2 - l_1)$

$\Rightarrow 2m_1g = k(l_2 - l_1)$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{4m_1}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{4.(l_2 - l_1)}{2g}}$$

Thay số: $T = 2\pi\sqrt{\frac{2.(27,5 - 22,5).10^{-2}}{10}} = \frac{\pi}{5}$ (s)

Chọn phương án B.

**Câu 16.** Độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng:

$$\Delta l = l - l_0 = 24 - 20 = 4 \text{ (cm)}$$

Tại vị trí cân bằng, vật nặng chịu tác dụng của 2 lực: trọng lực $\vec{P}$ và lực đàn hồi $\vec{F}_{dh}$.

Ta có: $\vec{P} + \vec{F}_{dh} = \vec{0} \Rightarrow mg - k\Delta l = 0$

$$\Rightarrow mg = k\Delta l \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}} = \sqrt{\frac{10}{0,04}} = 5\pi \text{ (rad/s)}$$

Tần số dao động là: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{5\pi}{2\pi} = 2,5$ (Hz)

Chọn phương án B.

**Câu 17.** Độ dãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng:

$$\Delta l = \frac{mg\sin\alpha}{k} = \frac{0,5.10.\sin 30^\circ}{40} = 0,0625 \text{ (m)} = 6,25 \text{ (cm)}$$

⇒ Chiều dài của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng:

$$l = l_0 + \Delta l = 20 + 6,25 = 26,25 \text{ (cm)}$$

Chọn phương án B.

**Câu 18.** Độ cứng của hệ hai lò xo ghép nối tiếp được tính $\frac{1}{k_{nt}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$

$$k_{nt} = \frac{k_1 . k_2}{k_1 + k_2} = \frac{30.20}{30 + 20} = \frac{600}{50} = 12 \text{ (N/m)}$$

Chọn phương án A.

**Câu 19.** Vì hai lò xo ghép nối tiếp nên $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$

$$\Rightarrow k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2} = \frac{30.60}{30 + 60} = 20 \text{ (N/m)}$$

Tần số dao động của hệ: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{20}{0,5}} = 1$ (Hz)

Chọn phương án B.

**Câu 20.** Độ cứng của lò xo được tính theo công thức $k = E\frac{S}{l}$

Khi chưa cắt thì $k_0 = E\frac{S}{l_0}$ (1)

Khi cắt thành hai lò xo thì : $k_1 = E\frac{S}{l_1}$ (2) và $k_2 = E\frac{S}{l_2}$ (3)

$\Rightarrow \frac{k_1}{k_0} = \frac{l_0}{l_1} \Rightarrow k_1 = \frac{l_0}{l_1}k_0$ (4)

$l_1 + l_2 = l_o$ và $2l_1 = 3l_2 \Rightarrow 5l_1 = 3l_o$ (5)

kết hợp (4) và (5) $\Rightarrow k_1 = \frac{5}{3}k_0 = 100\,(N/m)$.

Tương tự, tính được $\Rightarrow k_2 = \frac{5}{2}k_0 = 150\,(N/m)$.

Chọn phương án C.

# Chủ đề 3. CON LẮC ĐƠN

## Dạng 1. TÌM VẬN TỐC CỦA VẬT VÀ LỰC CĂNG SỢI DÂY

### BẢNG ĐÁP ÁN

| 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 1.10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | A | C | C | B | C | A | A | C | A |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 1.1.** Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh_0 \Rightarrow h_0 = \frac{v^2}{2g} = \frac{1,5^2}{2.10} = 0,1125\,(m/s^2) = 11,25\ (cm/s^2)$$

Chọn phương án B.

**Câu 1.2.** Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgl(1-\cos\alpha) = mgl(1-\cos\alpha_0)$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}z$$

Thay số: $v = \sqrt{2.10.1.(\cos30^\circ - \cos60^\circ)} \approx 2,7\ (m/s)$

Chọn phương án A.

**Câu 1.3.** Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh_0 \Leftrightarrow \frac{1}{2}mv^2 = mgl \quad (\text{vì } h = l)$$

$$\Leftrightarrow v = \sqrt{2gl} = \sqrt{2.10.0,5} = \sqrt{10}\ (\text{m/s})$$

Chọn phương án C.

**Câu 1.4.** Vận tốc của con lắc đơn đạt giá trị cực đại khi nó nằm ở vị trí cân bằng, áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$mgl(1 - \cos\alpha_0) = \frac{1}{2}mv_{max}^2$$

$$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_0)} = \sqrt{2.10.1.(1 - 0,875)} \approx 1,6\ (\text{m/s})$$

Chọn phương án C.

**Câu 1.5.** Vì $\tau = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_o) \Rightarrow \alpha$ khác nhau thì lực căng của sợi dây cũng khác nhau.

Khi vật qua vị trí cân bằng, $\alpha = 0 \Rightarrow (\cos\alpha)_{max} = 1 \Rightarrow$ lực căng của sợi dây đạt cực đại $\tau_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_o)$.

Dễ thấy $(3 - 2\cos\alpha_o) > 1$ nên $\tau_{max} > mg$

Chọn phương án B.

**Câu 1.6.** Lực căng sợi dây được tính theo công thức:

$$\tau = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$$

Tại vị trí cân bằng: $\alpha = 0^\circ$

$$\Rightarrow \tau = mg(3 - 2\cos\alpha_0) = 0,1.10(3 - 2\cos60^\circ) = 2\ (\text{N})$$

Chọn phương án C.

**Câu 1.7.** Lực căng của sợi dây được tính theo công thức:

$$\tau = mg\cos\alpha + m\frac{v^2}{l}$$

Khi vật ở vị trí cao nhất: $v = 0$ và $\alpha = \alpha_0 \Rightarrow \tau = mg\cos\alpha_0$ (1)

Mặt khác từ định luật bảo toàn cơ năng: $mgl(1 - \cos\alpha_0) = \frac{1}{2}mv_0^2$

$$\Rightarrow \cos\alpha_0 = 1 - \frac{v_0^2}{2gl} \qquad (2)$$

Thay (2) vào (1): $\tau = mg\left(1 - \frac{v_0^2}{2gl}\right) = 0,4.10\left(1 - \frac{2,5^2}{2.10.0,5}\right) = 1,5\ (\text{N})$

Chọn phương án A.

**Câu 1.8.** Lực căng sợi dây được tính theo công thức:

$$\tau = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$$

$\Rightarrow \tau_{max} \Leftrightarrow (\cos\alpha)_{max} \Leftrightarrow \alpha = 0$: Lực căng sợi dây đạt giá trị cực đại khi vật đi qua vị trí cân bằng.

Mặt khác $\tau$ còn được tính theo công thức: $\tau = mg\cos\alpha + m\frac{v^2}{l}$

$\Rightarrow$ Lực căng sợi dây tại vị trí cân bằng:

$$\tau = \tau_{max} = mg + m\frac{v^2}{l} = 0,2.10 + 0,2.\frac{1}{0,5} = 2,4\ (N)$$

Chọn phương án A.

**Câu 1.9.** Vận tốc của con lắc: $v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}$

$\Rightarrow v = \sqrt{2.9,81.1.(\cos 8^\circ - \cos 30^\circ)} \approx 1,56\ (m/s)$

Lực căng của sợi dây: $\tau = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$

$\Rightarrow \tau = 50.10^{-3}.9,81(3\cos 8^\circ - 2\cos 30^\circ) = 0,607\ (m/s)$

Chọn phương án C.

**Câu 1.10.** Từ công thức tính lực căng của sợi dây: $\tau = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$

$$\Rightarrow \cos\alpha = \frac{1}{3}\left(2\cos\alpha_0 + \frac{\tau}{mg}\right) = \frac{1}{3}\left(2\cos 60^\circ + \frac{4}{0,2.10}\right) = 1$$

Vận tốc: $v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)} = \sqrt{2.10.0,4(1 - \cos 60^\circ)} = 2\ (m/s)$

Chọn phương án A.

## Dạng 2. TÌM CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG VÀ VIẾT PHƯƠNG TRÌNH DAO ĐỘNG CỦA VẬT

### BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.1<br>B | 2.2<br>C | 2.3<br>C | 2.4<br>A | 2.5<br>B | 2.6<br>A | 2.7<br>C | 2.8<br>B | 2.9<br>D | 2.10<br>B |
| 2.11<br>C | 2.12<br>C | 2.13<br>B | 2.14<br>A | 2.15<br>D | 2.16<br>D | 2.17<br>C | 2.18<br>A | 2.19<br>A | 2.20<br>B |
| 2.21<br>A | | | | | | | | | |

## HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 2.2.** Vận tốc góc của con lắc đơn được tính: $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$

$\Rightarrow$ Chu kỳ dao động: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$

Chọn phương án C.

**Câu 2.3.** Từ công thức tính chu kỳ dao động của con lắc đơn:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$\Rightarrow$ Khi chiều dài $l$ tăng 4 lần thì chu kỳ T sẽ tăng 2 lần.

Chọn phương án C.

**Câu 2.4.** Tần số dao động điều hoà của con lắc đơn được tính theo công thức: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$ : không phụ thuộc vào khối lượng m

$\Rightarrow$ Tần số dao động của nó vẫn không đổi khi thay đổi khối lượng của vật nặng.

Chọn phương án A.

**Câu 2.5.** Từ công thức tính chu kỳ dao động của con lắc đơn:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$\Rightarrow$ Chọn phương án B.

**Câu 2.6.** Tần số dao động của con lắc: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{10}{1}} = 0{,}5$ (s)

Chọn phương án A.

**Câu 2.7.** Ta có: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi$ (rad/s)

Từ $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow l = \frac{g}{\omega^2} = \frac{\pi^2}{4\pi^2} = 0{,}25\ (m) = 25\ (cm)$

Chọn phương án C.

**Câu 2.8.** Ta có: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi$ (rad/s)

Từ $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow g = \omega^2 l = \pi^2.1 \approx 9{,}86\ (m/s^2)$

Chọn phương án B.

**Câu 2.9.** + $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi\ (rad/s)$

+ Với con lắc đơn $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow$ chiều dài con lắc $l = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{\pi^2} = 1\ (m)$

+ Biên độ dài $S_0 = 12$ cm = 0,12 m

$\Rightarrow$ Biên độ góc $\alpha_0 = \frac{S_0}{l} = \frac{0,12}{1} = 0,12\ (rad)$

Chọn phương án D.

**Câu 2.10.** Chu kì của con lắc đơn : $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Với $l_1$ ta có : $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \Rightarrow \frac{l_1}{g} = \frac{T_1^2}{4\pi^2}$

Tương tự với $l_2$ : $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} \Rightarrow \frac{l_2}{g} = \frac{T_2^2}{4\pi^2}$

Vì $T_2 > T_1$ nên $l_2 > l_1 \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_2 - l_1}{g}} = \sqrt{T_2^2 - T_1^2} = 1,5\ (s)$

Chọn phương án B.

**Câu 2.11.** Ta có: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ; $T' = \frac{2\pi}{\omega'} = 2\pi\sqrt{\frac{l + \Delta l}{g}}$

$\Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l + \Delta l}{l}} \Leftrightarrow \frac{l + \Delta l}{l} = \left(\frac{T'}{T}\right)^2$

$\Leftrightarrow l = \frac{\Delta l}{\left(\frac{T'}{T}\right)^2 - 1} = \frac{21}{\left(\frac{2,2}{2}\right)^2 - 1} = 100\ (cm)$

Chọn phương án C.

**Câu 2.12.** Có $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}$ (1), $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}$ (2) và $n_1T_1 = n_2T_2$ (3).

Từ (1), (2) và (3) ta có : $\sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$

$\Rightarrow \frac{l_1}{l_2 - 32} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 = \left(\frac{20}{12}\right)^2 \Rightarrow l_1 = 50\ (cm)$

Chọn phương án C.

**Câu 2.13.** Công thức tính biên độ dao động: $S_0 = \sqrt{s^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2}$ (1)

Trong đó: Tần số góc $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{10}{0,2}} = \sqrt{50} = \pi\sqrt{5}$ (rad/s)

Li độ dài ở vị trí kích thích: $s = \alpha l = 0,1.20 = 2$ (cm)

Thay vào (1): $S_0 = \sqrt{s^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = \sqrt{2^2 + \left(\frac{10\sqrt{2}}{\sqrt{50}}\right)^2} = 2\sqrt{2}$ (cm)

Chọn phương án B.

**Câu 2.14.** Từ công thức tính biên độ dao động: $S_0 = \sqrt{s^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2}$ (1)

Áp dụng cho 2 vị trí của con lắc:

$$\sqrt{s_1^2 + \left(\frac{v_1}{\omega}\right)^2} = \sqrt{s_2^2 + \left(\frac{v_2}{\omega}\right)^2}$$

$$\Leftrightarrow s_1^2 + \left(\frac{v_1}{\omega}\right)^2 = s_2^2 + \left(\frac{v_2}{\omega}\right)^2 \Leftrightarrow \omega = \sqrt{-\frac{v_1^2 - v_2^2}{s_1^2 - s_2^2}}$$

Thay số $\omega = \sqrt{-\frac{\left(12\sqrt{3}\right)^2 - \left(12\sqrt{2}\right)^2}{4^2 - \left(4\sqrt{2}\right)^2}} = 3$ (rad/s)

Biên độ dao động của con lắc:

$$s = \sqrt{s_1^2 + \left(\frac{v_1}{\omega}\right)^2} = \sqrt{4^2 + \left(\frac{12\sqrt{3}}{3}\right)^2} = 8 \text{ (cm)}$$

Chọn phương án A.

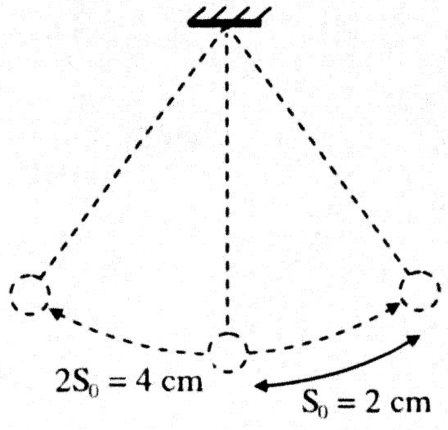
**Câu 2.15.** Tần số góc $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi$. (rad/s)

Từ $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow l = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{\pi^2} = 1$ (m)

Biên độ dài $S_0 = 12$ cm $= 0,12$ m

$\Rightarrow$ Biên độ góc $\alpha_0 = \frac{S_0}{l} = \frac{0,12}{1} = 0,12$ (rad)

Chọn phương án D.

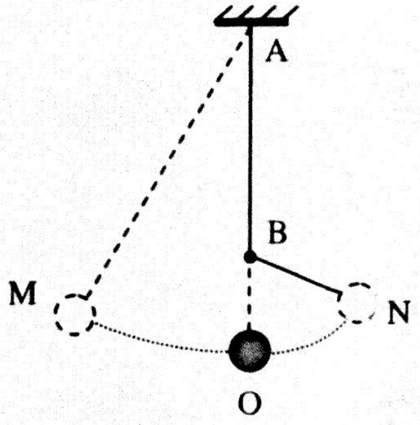



Hình 5.14

**Câu 2.16.** Thời gian để hòn bi đi được 2cm kể từ vị trí cân bằng chính là thời gian hòn bi chuyển động từ vị trí cân bằng đến vị trí biên (tức 1/4 chu kỳ):

$$\Delta t = \frac{T}{4} = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ (s)}$$

Chọn phương án D.



Hình 5.15

**Câu 2.17.**

Chu kỳ dao động của quả cầu được tính:

$$T = t_{M\to O} + t_{O\to N} + t_{N\to O} + t_{O\to M}$$

$$= \frac{1}{2}(T_1 + T_2) = \frac{1}{2}\left(2\pi\sqrt{\frac{AO}{g}} + 2\pi\sqrt{\frac{BO}{g}}\right) = 1,5 \text{ (s)}$$

Chọn phương án C.

**Câu 2.18.** Ta có: $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{9,8}{0,2}} = \sqrt{49} = 7 \text{ (rad/s)}$

Vị trí kích thích $s = l.\alpha = 20.0 = 0$

Thay số vào phương trình $s_0^2 = s^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$ cho $s_0 = 2$ cm.

Tại t = 0 có $\begin{cases} s_0 = 2\cos\varphi = 0 \\ v_0 = -14\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = 0 \\ \sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$

$$\Rightarrow s = 20\cos\left(7t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ cm}$$

Chọn phương án A.

**Câu 2.19.** Phương trình dao động của vật có dạng: $s = s_0\cos(\omega t + \varphi)$

Ta có: $s_0 = \sqrt{s^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} \Leftrightarrow \frac{v_0}{\omega} = \sqrt{\alpha^2 l^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} \Leftrightarrow \frac{v_0}{\omega} = \sqrt{\alpha^2\frac{g^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2}}$

$$\Leftrightarrow \frac{v_0^2}{\omega^2} = \alpha^2\frac{g^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2} \Leftrightarrow v_0^2 = \frac{\alpha^2 g^2}{\omega^2} + v^2 \Leftrightarrow \omega = \frac{\alpha g}{\sqrt{v_0^2 - v^2}} = \frac{0,1.\sqrt{3}.10}{\sqrt{0,4^2 - 0,2^2}} = 5 \text{ (rad/s)}$$

$$\Rightarrow s_0 = \frac{v_0}{\omega} = \frac{40}{5} = 8 \text{ (cm)}$$

Tại t = 0: $\begin{cases} s = 0 \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = 0 \\ -\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$

Vậy phương trình dao động của vật là: $s = 8\cos\left(5t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm

Chọn phương án A.

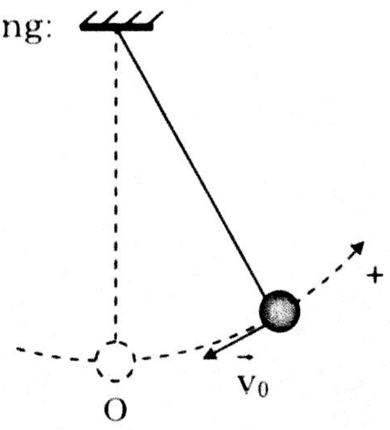
**Câu 2.20.** Phương trình dao động của con lắc có dạng:

$s = s_0\cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó: $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{9,8}{0,2}} = 7$ (rad/s)

$s_0 = \sqrt{s^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{\alpha^2 l^2 + \frac{v^2}{\omega^2}}$

$= \sqrt{0,1^2.0,2^2 + \frac{0,14^2}{7^2}} = 0,02\sqrt{2}\text{ (m)} = 2\sqrt{2}\text{ (cm)}$




Hình 5.16

Tại t = 0: $\begin{cases} s = 0 \\ v < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = 0 \\ -\sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$

Vậy phương trình dao động của vật là:

$$s = 2\sqrt{2}\cos\left(7t + \frac{\pi}{2}\right)\text{ cm}$$

Chọn phương án B.

**Câu 2.21.** Phương trình dao động của con lắc có dạng: $\alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 10$ (rad/s)

Từ $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow l = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{10^2} = 0,1\text{ (m)} = 10\text{ (cm)}$

Ta cũng có: $\cos\alpha_0 = 1 - 2\sin^2\frac{\alpha_0}{2} \approx 1 - \frac{\alpha_0^2}{2}$

$\Rightarrow \alpha_0 = \sqrt{2(1 - \cos\alpha_0)} = \sqrt{2(1 - 0,98)} = 0,2\text{ (rad/s)}$

Tại t = 0: $\alpha = \alpha_0 \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0^o$

Vậy phương trình dao động của vật là: $\alpha = 0,2\cos 10t$ rad

Chọn phương án A.

## Dạng 3. BÀI TOÁN VỀ NĂNG LƯỢNG CỦA CON LẮC ĐƠN

BẢNG ĐÁP ÁN

| 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.9 | 3.10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | D | C | B | B | C | A | A | D | B |

## HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 3.4.** Cơ năng của con lắc được tính:

$$W = \frac{1}{2}m\omega^2 s_0^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 l^2\alpha_0^2 = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2$$

$$= \frac{1}{2}.1.10.1.0,1^2 = 0,05\,(J)$$

Chọn phương án B.

**Câu 3.5.** Dao động của con lắc là dao động điều hoà

$\Rightarrow$ cơ năng của nó được tính theo công thức: $W = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2$

Suy ra $\alpha_0 = \sqrt{\frac{2W}{mgl}} = \sqrt{\frac{2.0,015}{0,5.10.0,6}} = 0,1\,(rad)$

Chọn phương án B.

**Câu 3.6.** Ta có: $W = \frac{1}{2}m\omega^2 s_0^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 l^2\alpha_0^2 = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2$

$$\Rightarrow \begin{cases} W_1 = \frac{1}{2}mgl_1\alpha_1^2 \\ W_2 = \frac{1}{2}mgl_2\alpha_2^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{W_1}{W_2} = \frac{l_1}{l_2}.\frac{\alpha_1^2}{\alpha_2^2} = 1$$

$$\Rightarrow \alpha_1 = \alpha_2\sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = 5.\sqrt{\frac{81}{64}} \approx 5,63^\circ$$

Chọn phương án C.

**Câu 3.7.** Định luật bảo toàn cơ năng cho ta phương trình $E_d + E_t = E_{t\,max}$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 + mgh = mgh_o \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 + mgl(1 - \cos\alpha) = mgl(1 - \cos\alpha_o)$$

$\Rightarrow$ Vận tốc góc ở li độ góc $\alpha$ bất kì : $v^2 = 2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_o)$

Vì con lắc dao động điều hoà nên các góc $\alpha_o$ và $\alpha$ đều nhỏ $\Rightarrow$ có thể lấy gần đúng:

$$\cos\alpha_o = 1 - 2\sin^2\frac{\alpha_o}{2} \approx 1 - \frac{\alpha_o^2}{2} \quad \text{và} \quad \cos\alpha = 1 - 2\sin^2\frac{\alpha}{2} \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$$

$$\Rightarrow v^2 = 2gl\left(\frac{\alpha_o^2}{2} - \frac{\alpha^2}{2}\right) = gl(\alpha_o^2 - \alpha^2)$$

Chọn phương án A.

**Câu 3.8.** Vận tốc của con lắc được tính:

$$v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)} \approx \sqrt{gl(\alpha_0^2 - \alpha^2)} \quad (1)$$

Mặt khác ta cũng có:

– Cơ năng của con lắc là: $W = W_t + W_đ$

Khi động năng bằng thế năng: $W_đ = W_t \Rightarrow W_t = \frac{1}{2}W$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m\omega^2 s^2 = \frac{1}{2}.\frac{1}{2}m\omega^2 s_0^2 \Leftrightarrow s = \pm\frac{s_0}{\sqrt{2}} \Leftrightarrow \alpha = \pm\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

Thay (2) vào (1): $v = \alpha_0\sqrt{\frac{gl}{2}} = 0,35\ (m/s)$

Chọn phương án A.

**Câu 3.9.** Ta có: $W = W_t + W_đ$ và $W_đ = 3W_t \Rightarrow W_t = \frac{1}{4}W$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m\omega^2 s^2 = \frac{1}{4}.\frac{1}{2}m\omega^2 s_0^2 \Leftrightarrow s = \pm\frac{s_0}{2} \Leftrightarrow \cos\left(2,5t + \frac{\pi}{3}\right) = \pm\frac{1}{2}$$

$$\Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} 2,5t + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{3} + k\pi \\ 2,5t + \frac{\pi}{3} = -\frac{\pi}{3} + k\pi \end{array}\right. \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} t = \frac{k\pi}{2,5} \\ t = -\frac{2\pi}{7,5} + \frac{k\pi}{2,5} \end{array}\right. \quad (k \in Z)$$

Chọn phương án D.

**Câu 3.10.** Chu kỳ dao động của vật: $T = \frac{12}{24} = 0,5\ (s)$

Tần số góc: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi\ (rad/s)$

Biên độ dài: $s_0 = \frac{v_0}{\omega} = \frac{6\pi}{4\pi} = 1,5\ (cm)$

Chiều dài dây treo con lắc: $l = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{(4\pi)^2} = 0,0625\ (m) = 6,25\ (cm)$

Ta có: $W = W_đ + W_t$ và $W_t = \frac{1}{8}W_đ$ nên suy ra $W_t = \frac{1}{9}W_đ$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m\omega^2 s^2 = \frac{1}{9}.\frac{1}{2}m\omega^2 s_0^2 \Leftrightarrow s = \pm\frac{s_0}{3} = \pm 0,5\ (cm)$$

ứng với li độ góc: $\alpha = \frac{s}{l} = \pm\frac{0,5}{6,25} = \pm 0,08\ (rad)$

Chọn phương án B.

## Dạng 4. BÀI TOÁN VỀ SỰ VA CHẠM CỦA CON LẮC ĐƠN

### BẢNG ĐÁP ÁN

| 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.5 |
|---|---|---|---|---|
| A | B | B | C | D |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 4.1.** Chu kỳ dao động nhỏ của con lắc đơn được tính $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, nó không phụ thuộc vào khối lượng của vật treo nên sau va chạm con lắc vẫn dao động với chu kỳ như cũ.

Mặt khác, sau va chạm thì vận tốc của con lắc tại vị trí cân bằng sẽ thay đổi do đó biên độ của nó sẽ thay đổi theo.

Chọn phương án A.

**Câu 4.2.** Tần số góc : $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\pi} = 2\ (rad/s)$

Vận tốc của con lắc ở vị trí cân bằng (chính là vận tốc của hệ 2 vật $m_1$ và $m_2$ ngay sau va chạm) là: $v_0 = s_0\omega = 2{,}5.2 = 5\ (cm/s)$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ 2 vật $m_1$ và $m_2$ ngay trước và ngay sau va chạm: $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}_0$

$\Rightarrow m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v_0$

Ở đây $v_1 = 0 \Rightarrow v_2 = \frac{m_1 + m_2}{m_2}.v_0 = \frac{50+100}{100}.5 = 7{,}5\ (cm/s)$

Chọn phương án B.

**Câu 4.3.** Vận tốc của $m_1$ ngay trước va chạm (chính là vận tốc của con lắc trước va chạm tại vị trí cân bằng): $v_0 = s_0\omega = 10.4 = 40\ (cm/s)$

Vận tốc của hệ $m_1$ và $m_2$ ngay sau va chạm (chính là vận tốc của con lắc sau va chạm tại vị trí cân bằng): $v'_0 = s'_0\,\omega = 6{,}25.4 = 25\ (cm/s)$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ 2 vật $m_1$ và $m_2$ ngay trước và ngay sau va chạm: $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}$

$\Rightarrow m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v$

Ở đây $v_2 = 0$ ; $v_1 = v_0$; $v = v'_0 \Rightarrow m_1v_0 = (m_1 + m_2)v'_0 \Rightarrow m_2 = m_1\left(\frac{v_0}{v'_0} - 1\right)$

Thay số: $m_2 = m_1\left(\frac{v_0}{v'_0} - 1\right) = 20\left(\frac{40}{25} - 1\right) = 12\ (g)$

Chọn phương án B.

**Câu 4.4.** Áp dụng định luật bảo toàn động lượng và định luật bảo toàn động năng ta có:

$$\begin{cases} m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2\,v'_2 \\ \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v'^2_1 + \frac{1}{2}m_2v'^2_2 \end{cases}$$

Ở đây $v_1 = 0$ và $m_1 = m_2$ nên suy ra:

$$\begin{cases} v_2 = v'_1 + v'_2 \\ v_2^2 = v'^2_1 + v'^2_2 \end{cases} \Rightarrow v'_1 = v_2 = 5\pi\ cm/s$$

Giá trị $v_2 = 20$ cm/s chính là giá trị vận tốc của con lắc tại vị trí cân bằng:

$$v = v_{max} = \omega s_0 = 5\pi\ cm/s$$

Tần số góc : $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi\ (rad/s)$

Biên độ dài : $s_0 = \frac{v_{max}}{\omega} = \frac{5\pi}{2\pi} = 2,5\ (cm)$

Mặt khác từ $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow l = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{(2\pi)^2} = 0,25\ (m) = 25\ (cm)$

Biên độ góc: $\alpha_0 = \frac{s_0}{l} = \frac{2,5}{25} = 0,1\ (rad)$

Chọn phương án C.

**Câu 4.5.** Tần số góc $\omega = 2\pi f = 2\pi.0,5 = \pi\ (rad/s)$

Vận tốc của $m_1$ ngay trước va chạm (chính là vận tốc của con lắc trước va chạm tại vị trí cân bằng): $v_1 = s_0\omega = 8\pi\ (cm/s)$

Gọi $v'_1$ và $v'_2$ lần lượt là vận tốc của $m_1$, $m_2$ ngay sau va chạm.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng và định luật bảo toàn động năng ta có:

$$\begin{cases} m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2\,v'_2 \\ \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v'^2_1 + \frac{1}{2}m_2v'^2_2 \end{cases}$$

Ở đây: $v_2 = 0 \Rightarrow \begin{cases} m_1v_1 = m_1v'_1 + m_2\,v'_2 \\ \frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_1v'^2_1 + \frac{1}{2}m_2v'^2_2 \end{cases}$

Giải hệ ta được: $v'_1 = \dfrac{(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2} v_1 = \dfrac{(0,4 - 0,1)}{0,4 + 0,1}.8\pi = 4,8\pi$ (cm/s)

Vận tốc của $m_1$ ngay sau va chạm chính là vận tốc của con lắc sau va chạm tại vị trí cân bằng: $v'_1 = s'_0 \omega$

$$s'_0 = \frac{v'_1}{\omega} = \frac{4,8\pi}{\pi} = 4,8 \text{ (cm)}$$

Vì tần số góc của con lắc vẫn không thay đổi nên phương trình dao động của nó sẽ có dạng: $s = 4,8\cos(\pi t + \varphi)$ cm

Tại t = 0: $\begin{cases} s = 0 \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = 0 \\ -\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{2}$

Vậy $s = 4,8\cos\left(\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)$ cm

Chọn phương án D.

## Dạng 5. CON LẮC ĐƠN CHỊU TÁC DỤNG CỦA LỰC KHÁC NGOÀI TRỌNG LỰC

### BẢNG ĐÁP ÁN

| 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 5.5 | 5.6 | 5.7 | 5.8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | D | A | A | C | B | D | C |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 5.1.** Khi thang máy đi lên nhanh dần đều với gia tốc a, vật chịu thêm lực quán tính hướng xuống dưới ($\vec{F}_{qt} = -m\vec{a}$)

$\Rightarrow$ Gia tốc trọng trường hiệu dụng $g' = g + a \Rightarrow T = \sqrt{\dfrac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g+a}}$

Chọn phương án B.

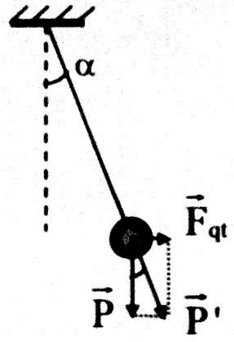
**Câu 5.2.** Khi treo con lắc trên vào trần của một chiếc xe chạy nhanh dần đều thì con lắc chịu thêm lực quán tính nằm ngang: $\vec{F}_{qt} = -m\vec{a}$

Gọi α là góc hợp bởi phương thẳng đứng và dây treo khi con lắc ở vị trí cân bằng.

Ta có: $\tan\alpha = \dfrac{F_{qt}}{P} = \dfrac{ma}{mg} = \dfrac{a}{g} = \dfrac{10\sqrt{3}}{10} = \sqrt{3}$

$\Rightarrow \alpha = 60^o$

Chọn phương án D.




Hình 5.17

**Câu 5.3.** Khi treo con lắc trên vào trần của một chiếc xe chạy nhanh dần đều thì con lắc chịu thêm lực quán tính nằm ngang: $\vec{F}_{qt} = -m\vec{a}$

Khi con lắc ở vị trí cân bằng: $\vec{\tau} + \vec{F}_{qt} + \vec{P} = \vec{0}$

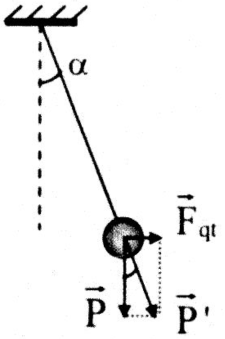
$$\Rightarrow \tan\alpha = \frac{F_{qt}}{P} = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g} = \frac{10\sqrt{3}}{10} = \sqrt{3}$$

Mặt khác: $F_{qt} = ma \Rightarrow \tan\alpha = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g}$

$$\Rightarrow a = g\tan\alpha = 10.\tan 30^\circ = 5,77 \ (m/s^2)$$

$\Rightarrow$ Gia tốc trọng trường hiệu dụng:

$$g' = \frac{P'}{m} = \sqrt{g^2 + a^2} = \sqrt{10^2 + 5,77^2} \approx 11,55 \ (m/s)$$



Hình 5.18

Ta có: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ và $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}}$

$$\Rightarrow T' = T\sqrt{\frac{g}{g'}} = 2\sqrt{\frac{10}{11,55}} \approx 1,86 \ (s)$$

Chọn phương án A.

**Câu 5.4.** + Khi chưa có lực điện trường $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (1)

+ Khi có lực điện trường hướng xuống cùng chiều trọng lực $\vec{P}$ thì

$$g' = g + a = g + \frac{qE}{m} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \frac{qE}{m}}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) dễ dàng nhận thấy $T < T_0$

Chọn phương án A.

**Câu 5.5.** Khi tích điện cho quả cầu rồi cho nó dao động trong điện trường đều có phương nằm ngang thì quả cầu chịu thêm lực điện trường có phương nằm ngang và có độ lớn:

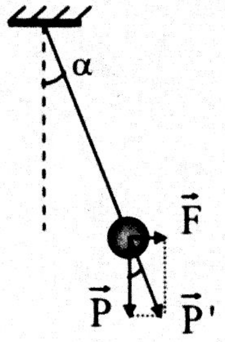
$$F = qE = q\frac{U}{d} = 0,05.\frac{5}{0,25} = 1 \ (N)$$

Gọi $\alpha$ là góc hợp bởi phương thẳng đứng và dây treo khi con lắc ở vị trí cân bằng.

Ta có: $\tan\alpha = \frac{F}{P} = \frac{1}{0,1.10} = 1$

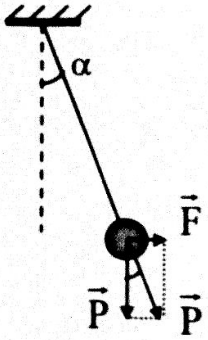
$\Rightarrow \alpha = 45^\circ$

Chọn phương án C.



Hình 5.19

**Câu 5.6.** Ngoài chịu tác dụng của trong lực, con lắc còn chịu tác dụng của lực điện trường có phương nằm ngang: $\vec{F} = q\vec{E}$



Hình 5.20

Từ hình vẽ ta có:

$$\tan\alpha = \frac{F}{P} = \frac{|q|E}{mg} \Rightarrow E = \frac{mg\tan\alpha}{|q|}$$

Thay số: $E = \frac{0,1.10.\tan 30^\circ}{6.10^{-5}} \approx 9,6.10^3\ (V/m)$

Chọn phương án B.

**Câu 5.7.** Khi cho con lắc dao động trong điện trường thì ngoài tác dụng của trọng lực hướng xuống dưới, con lắc còn chịu thêm tác dụng của lực điện trường $\vec{F} = q\vec{E}$. Vì các bản kim loại được đặt thẳng đứng nên lực điện trường có phương nằm ngang, độ lớn của lực điện trường là:

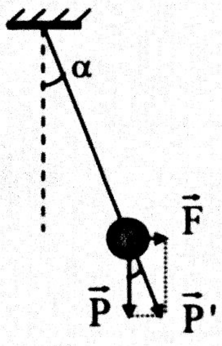
$$F = |q|E = |q|\frac{U}{d} = 10^{-4}.\frac{88}{22.10^{-2}} = 0,04\ (N)$$

$\Rightarrow$ Trọng lực hiệu dụng: $P' = \sqrt{P^2 + F^2}$

$\Rightarrow$ Gia tốc trọng trường hiệu dụng: $g' = \frac{P'}{m} = \sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2}$

$\Rightarrow$ Chu kỳ dao động của con lắc:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2}}}$$




Thay số: $T = 2\pi\sqrt{\frac{0,25}{\sqrt{10^2 + \left(\frac{0,04}{0,01}\right)^2}}} \approx 0,957\ (s)$

Chọn phương án D.

Hình 5.21

**Câu 5.8.** Đổi: $D_n = 1$ kg/$l$ = 1000 kg/m$^3$

Chu kỳ của con lắc khi nó dao động trong không khí: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (1)

Khi cho con lắc dao động trong nước thì ngoài trọng lực, con lắc còn chịu thêm tác dụng của lực đẩy Acsimet $F_a = V.D_n.g$ hướng lên trên.

$\Rightarrow$ Trọng lực hiệu dụng: $P' = P - F = V(D - D_n)g$

$\Rightarrow$ Gia tốc trọng trường hiệu dụng: $g' = \frac{P'}{m} = \frac{V(D - D_n)g}{VD} = \left(1 - \frac{D_n}{D}\right).g$

⇒ Chu kỳ dao động của con lắc trong nước:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\left(1-\frac{D_n}{D}\right).g}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2): $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{1}{\left(1-\frac{D_n}{D}\right)}}$

$$\Rightarrow T' = \sqrt{\frac{1}{\left(1-\frac{D_n}{D}\right)}}.T = \sqrt{\frac{1}{\left(1-\frac{1000}{4000}\right)}}.1,5 \approx 1,73\ (s)$$

Chọn phương án C.

## Dạng 6. SỰ PHỤ THUỘC CỦA CHU KỲ DAO ĐỘNG CON LẮC ĐƠN VÀO ĐỘ CAO VÀ NHIỆT ĐỘ. SỰ NHANH CHẬM CỦA ĐỒNG HỒ QUẢ LẮC

### BẢNG ĐÁP ÁN

| 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 6.5 | 6.6 | 6.7 | 6.8 | 6.9 | 6.10 | 6.11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | B | B | C | D | B | D | D | A | A | D |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 6.4.** Tần số của con lắc đơn $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$.

– Tần số f không phụ thuộc vào khối lượng m của vật.

– Khi nhiệt độ t giảm ⇒ chiều dài $l = l_0(1+\alpha t)$ giảm ⇒ tần số f tăng.

– Trong giới hạn để con lắc đơn dao động điều hoà, tần số f không phụ thuộc biên độ ⇒ phương án C sai.

– Gia tốc trọng trường $g = G\frac{M}{(R+h)^2}$ ⇒ khi đưa lên cao, gia tốc trọng trường giảm ⇒ tần số giảm.

Chọn phương án C.

**Câu 6.5.** Theo đề ra ta có $T_B = 2{,}01$ s

Từ : $T_A = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_A}}$ và $T_B = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_B}} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{g_B}{g_A}}$

$$\Rightarrow \frac{g_B}{g_A} = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2 \Rightarrow g_B = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2 g_A = \left(\frac{2}{2{,}01}\right)^2 g_A = 0{,}99 \,.\, g_A$$

Vì $g_B < g_A$ nên gia tốc trọng trường tại B giảm so với gia tốc trọng trường tại A.

Ta có: $\Delta g = \frac{g_A - g_B}{g_A} = 0{,}01 = 1\%$

Chọn phương án D.

**Câu 6.6.** Chu kỳ dao động của con lắc đồng hồ:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1+\alpha t_1)}{g}}$$

Khi nhiệt độ giảm xuống thì chiều dài *l* của con lắc cũng giảm xuống.

⇒ chu kỳ dao động T của nó cũng giảm xuống.

⇒ đồng hồ sẽ chạy nhanh hơn.

Chọn phương án B.

**Câu 6.7.** Chu kỳ dao động của con lắc tịa A và B được tính:

$$T_A = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_A}}; T_B = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_B}} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{g_B}{g_A}}$$

$$\Rightarrow \frac{g_B}{g_A} = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2 \Rightarrow g_B = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2 .g_A$$

Mà chu kỳ dao động của con lắc tại vị trí B là $T_B = \frac{201}{100} = 2{,}01\,(s)$

$\Rightarrow g_B = \left(\frac{2}{2{,}01}\right)^2 g_A = 0{,}99 g_A \Rightarrow g_B < g_A$ : gia tốc trọng trường ở B giảm so với gia tốc trọng trường ở A.

Tỷ lệ giảm: $\frac{g_A - g_B}{g_A} = \frac{g_A - 0{,}99 g_A}{g_g} = 0{,}01 = 1\%$

Chọn phương án D.

**Câu 6.8.** Ta có: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}}$ với $g_0 = G\frac{M}{R^2}$

và $T_h = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_h}}$ ; $g_h = G\frac{M}{(R+h)^2}$

$$\Rightarrow \frac{T_h}{T_0} = \sqrt{\frac{g_0}{g_h}} = \sqrt{\frac{(R+h)^2}{R^2}} = \frac{R+h}{R} = 1 + \frac{h}{R} \Rightarrow T_h = \left(1 + \frac{h}{R}\right)T_0$$

Thấy ngay $T_h > T_0$ nên đồng hồ chạy chậm.

Như vậy sau một khoảng thời gian là $T_h$ thì đồng hồ chạy chậm một lượng:

$$\Delta T = T_h - T_0 = \frac{h}{R}T_h$$

⇒ Sau khoảng thời gian t thì đồng hồ chạy chậm một lượng:

$$\Delta\tau = \frac{h}{R}t$$

Chọn phương án D.

**Câu 6.9.** Ta có: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}}$ với $g_0 = G\frac{M}{R^2}$

và $T_h = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_h}}$ ; $g_h = G\frac{M}{(R+h)^2}$

$$\Rightarrow \frac{T_h}{T_0} = \sqrt{\frac{g_0}{g_h}} = \sqrt{\frac{(R+h)^2}{R^2}} = \frac{R+h}{R} = 1 + \frac{h}{R} \Rightarrow T_h = \left(1 + \frac{h}{R}\right)T_0$$

Vì $T_h > T_0$ nên đồng hồ sẽ chạy chậm.

Như vậy sau một khoảng thời gian là $T_h$ thì đồng hồ chạy chậm một lượng:

$$\Delta T = T_h - T_0 = \frac{h}{R}T_h$$

⇒ Sau khoảng thời gian t thì đồng hồ chạy chậm một lượng:

$$\Delta\tau = \frac{h}{R}t$$

Thay số: $\Delta\tau = \frac{h}{R}t = \frac{5}{6400}.86400 = 67,5\ (s)$

Chọn phương án A.

**Câu 6.10.** Ta có:

– Tại Trái Đất: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (1)

– Tại Mặt Trăng: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \dfrac{T}{T'} = \sqrt{\dfrac{g'}{g}} = \dfrac{1}{\sqrt{6}}$

Theo đồng hồ ở trên Mặt Trăng thì thời gian Trái Đất tự quay một vòng là

$$t' = 86400.\frac{T}{T'} = 8400.\frac{1}{\sqrt{6}} = 35272,6\ (s) = 9 \text{ giờ } 47 \text{ phút } 52 \text{ giây}$$

Chọn phương án A.

**Câu 6.11.**

+ Ở nhiệt độ $t_1 = 25°C$ có $l_1 = l_0(1 + \alpha t_1)$ và $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l_1}{g}}$.

+ Ở nhiệt độ $t_2 = 20°C$ có $l_2 = l_0(1 + \alpha t_2)$ và $T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l_2}{g}}$.

$$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = \sqrt{\frac{(1+\alpha t_1)}{(1+\alpha t_2)}} = (1+\alpha t_1)^{\frac{1}{2}}(1+\alpha t_2)^{-\frac{1}{2}}$$

Do $\alpha t_1$ và $\alpha t_2$ đều rất nhỏ so với 1 nên $\dfrac{T_1}{T_2} \approx \left[1 + \dfrac{1}{2}\alpha(t_1 - t_2)\right]$

Vì $t_2 < t_1 \Rightarrow T_2 < T_1 \Rightarrow$ đồng hồ chạy nhanh lên.

Trong trường hợp tổng quát, lượng sai trong t giây là:

$$\Delta\tau = \frac{t}{T_2}\Delta T = \frac{t}{T_2}|T_2 - T_1| = t\frac{1}{2}\alpha(t_1 - t_2)$$

Ở bài toán này, trong một ngày đêm t = 86400 s, lượng nhanh là:

$$\Delta\tau = 86400\,.\frac{1}{2}.\,2\,.\,10^{-5}(25 - 20) = 4,32\ (s)$$

Chọn phương án D.

## BÀI TẬP TỔNG HỢP

### BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1<br>B | 2<br>C | 3<br>C | 4<br>C | 5<br>B | 6<br>D | 7<br>D | 8<br>D | 9<br>A | 10<br>C |
| 11<br>B | 12<br>B | 13<br>A | 14<br>C | 15<br>B | 16<br>D | 17<br>C | 18<br>B | 19<br>B | 20<br>A |
| 21<br>B | 22<br>C | 23<br>B | | | | | | | |

## HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 6.** Chu kỳ dao động của con lắc đơn được tính: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

$\Rightarrow$ Chu kỳ T không phụ thuộc vào khối lượng của vật treo $\Rightarrow$ cả ba con lắc sẽ đi qua vị trí cân bằng cùng lúc.

Chọn phương án D.

**Câu 7.** Chu kỳ dao động của con lắc đơn được tính: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

$\Rightarrow$ Chu kỳ T không phụ thuộc vào biên độ dao động của nó

$\Rightarrow$ cả ba con lắc sẽ đi qua vị trí cân bằng cùng lúc.

Chọn phương án D.

**Câu 10.** Chu kì của con lắc đơn: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Với $l_1$ ta có: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \Rightarrow \frac{l_1}{g} = \frac{T_1^2}{4\pi^2}$

Tương tự với $l_2$: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} \Rightarrow \frac{l_2}{g} = \frac{T_2^2}{4\pi^2}$

$$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_2 + l_1}{g}} = \sqrt{T_2^2 + T_1^2} = 5\text{ (s)}$$

Chọn phương án C.

**Câu 11.** Ta có: $\Delta t = n_1T_1 = n_2T_2$

$$\Rightarrow n_1 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = n_2 2\pi\sqrt{\frac{l - \Delta l}{g}}$$

$$\Rightarrow l = \frac{n_2^2}{n_2^2 - n_1^2}.\Delta l = \frac{20^2}{20^2 - 12^2}.23 \approx 35,94\text{ (cm)}$$

Chọn phương án B.

**Câu 12.** Chu kỳ dao động của con lắc: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,25}{10}} = 1\text{ (s)}$

Thời gian kể từ lúc buông tay đến lúc quả cầu đi qua vị trí cân bằng lần thứ 2 chính bằng $\frac{3}{4}T = \frac{3}{4}.1 = 0,75\text{ (s)}$.

Chọn phương án B.

**Câu 13.** Phương trình dao động của vật có dạng: $s = s_0\cos(\omega t + \varphi)$

Mặt khác từ $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{10}{0,25}} = 2\pi\text{ (rad/s)}$

Biên độ dài: $s_0 = \alpha_0 l = 0,2.25 = 5\text{ (cm)}$

Tại t = 0: $\begin{cases} s = 0 \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = 0 \\ -\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{2}$

Vậy phương trình dao động của vật là $s = 5\cos\left(2\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)$ cm

Chọn phương án A.

**Câu 14.** Tại vị trí dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc con lắc $\alpha = 60^0$ thì con lắc có vận tốc bằng không ⇒ đây chính là vị trí biên của con lắc ⇒ $\alpha_0 = 60^0$.

Cơ năng của con lắc có giá trị bằng thế năng của nó tại vị trí biên và bằng: $W = mgl(1 - \cos\alpha_0) = 0,2.10.0,5.(1 - \cos 60^0) = 0,5\ (J)$

Chọn phương án C.

**Câu 15.** Cơ năng của con lắc là: $W = W_t + W_đ$

Khi động năng bằng 3 lần thế năng: $W_đ = 3W_t \Rightarrow W_t = \dfrac{1}{4}W$

$\Leftrightarrow \dfrac{1}{2}m\omega^2 s^2 = \dfrac{1}{4}.\dfrac{1}{2}m\omega^2 s_0^2 \Leftrightarrow s = \pm\dfrac{s_0}{2} \Leftrightarrow \alpha = \pm\dfrac{\alpha_0}{2} = \pm 4^o$

Chọn phương án B.

**Câu 16.** Khi treo con lắc trên vào trần một thang máy chuyển động đi lên chậm dần đều thì con lắc chịu thêm lực quán tính hướng lên trên: $\vec{F}_{qt} = -m\vec{a} \Rightarrow$ Trọng lực hiệu dụng: $P' = P - F$

⇒ Gia tốc trọng trường hiệu dụng $g_{hd} = \dfrac{F'}{m} = g - a$

⇒ Chu kỳ dao động mới của con lắc được tính:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g - \frac{a}{2}}} = 2\pi\sqrt{\frac{2l}{g}} = T.\sqrt{2}$$

Chọn phương án D.

**Câu 17.** Khi treo con lắc trên vào trần một thang máy chuyển động đi xuống nhanh dần đều thì con lắc chịu thêm lực quán tính hướng xuống dưới: $\vec{F}_{qt} = -m\vec{a}$

⇒ Trọng lực hiệu dụng: $P' = P + F$

⇒ Gia tốc trọng trường hiệu dụng $g' = \dfrac{F'}{m} = g + a$

⇒ Chu kỳ dao động của con lắc được tính:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + a}} = 2\pi\sqrt{\frac{1,5}{9,8 + 2}} \approx 2,34\ (s)$$

Chọn phương án C.

**Câu 18.** Đổi: $D = 8,67\ g/cm^3 = 8670\ kg/m^3$; $D_k = 1,3$ g/lít= $1300\ kg/m^3$

Chu kỳ của con lắc khi nó dao động trong chân không: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$ (1)

Khi cho con lắc dao động trong nước thì ngoài không khí, con lắc còn chịu thêm tác dụng của lực đẩy Acsimet $F_a = V.D_k.g$ hướng lên trên.

$\Rightarrow$ Trọng lực hiệu dụng: $P' = P - F = V(D - D_k)g$

$\Rightarrow$ Gia tốc trọng trường hiệu dụng: $g' = \dfrac{P'}{m} = \dfrac{V(D - D_k)g}{VD} = \left(1 - \dfrac{D_k}{D}\right).g$

$\Rightarrow$ Chu kỳ dao động của con lắc ngoài không khí

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\left(1 - \frac{D_k}{D}\right).g}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2): $\dfrac{T'}{T} = \sqrt{\dfrac{1}{1 - \dfrac{D_k}{D}}}$

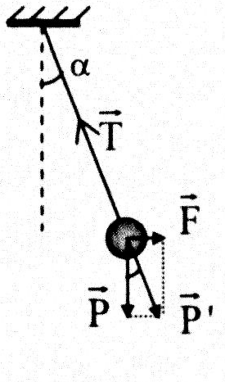
$$\Rightarrow T' = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{D_k}{D}}}.T = 2.\sqrt{\frac{1}{1 - \frac{1300}{8670}}} \approx 2,17\ (s)$$

Chọn phương án B.

**Câu 19.** Ngoài chịu tác dụng của trong lực, con lắc còn chịu tác dụng của lực điện trường $\vec{F} = q\vec{E}$.

Vì cường độ điện trường $\vec{E}$ có phương nằm ngang nên lực điện trường $\vec{F}$ cũng có phương nằm ngang và có độ lớn

$$F = |q|E = |q|\frac{U}{d} = 10^{-5}.\frac{400}{0,1} = 0,04\ (N)$$



Hình 5.22

Tại vị trí cân bằng: $\vec{T} + \vec{F} + \vec{P} = 0$

Từ hình vẽ ta có:

$$\tan\alpha = \frac{F}{P} = \frac{0,04}{0,01.10} = 0,4 \Rightarrow \alpha = 21,8^\circ = 21^\circ48'$$

Chọn phương án B.

**Câu 20.** Gia tốc trọng trường được tính theo công thức:

$g = G\dfrac{M}{(R + h)^2}$ $\Rightarrow$ khi đưa lên cao, gia tốc trọng trường giảm $\Rightarrow$ chu kỳ dao động của nó $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$ sẽ tăng lên $\Rightarrow$ đồng hồ chạy chậm.

Chọn phương án A.

**Câu 21.** Ta có: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}}$ với $g_0 = G\frac{M}{R^2}$

và $T_h = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_h}}$ với $g_h = G\frac{M}{(R+h)^2}$

$$\Rightarrow \frac{T_h}{T_0} = \sqrt{\frac{g_0}{g_h}} = \sqrt{\frac{(R+h)^2}{R^2}} = \frac{R+h}{R} = 1 + \frac{h}{R} \Rightarrow T_h = \left(1 + \frac{h}{R}\right)T_0$$

Vì $T_h > T_0$ nên đồng hồ sẽ chạy chậm.

Như vậy sau một khoảng thời gian là $T_h$ thì đồng hồ chạy chậm một lượng:

$$\Delta T = T_h - T_0 = \frac{h}{R}T_h$$

⇒ Sau mỗi ngày đêm (86400 s) thì đồng hồ chạy chậm một lượng:

$$\Delta\tau = \frac{h}{R}.86400 = \frac{0,8}{6400}.86400 = 10,8\ (s)$$

Chọn phương án B.

**Câu 22.** Ta có:

– Tại Trái Đất: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (1)

– Tại Mặt Trăng: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \frac{T}{T'} = \sqrt{\frac{g'}{g}} = \frac{1}{\sqrt{6}}$

Theo đồng hồ ở trên Mặt Trăng thì thời gian Trái Đất tự quay một vòng là $t' = 3600.\frac{T}{T'} = 3600.\frac{1}{\sqrt{6}} = 8818,6\ (s) = 2$ giờ 27 phút

Chọn phương án C.

**Câu 23.** + Ở nhiệt độ $t_1 = 25°C$ có $l_1 = l_0(1 + \alpha t_1)$ và $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}$.

+ Ở nhiệt độ $t_2 = 30°C$ có $l_2 = l_0(1 + \alpha t_2)$ và $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}$.

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = \sqrt{\frac{(1+\alpha t_2)}{(1+\alpha t_1)}} = (1+\alpha t_2)^{\frac{1}{2}}(1+\alpha t_1)^{-\frac{1}{2}}$$

Do $\alpha t_1$ và $\alpha t_2$ đều rất nhỏ so với 1 nên $\frac{T_2}{T_1} \approx \left[1 + \frac{1}{2}\alpha(t_2 - t_1)\right]$

Vì $t_2 > t_1 \Rightarrow T_2 > T_1 \Rightarrow$ đồng hồ chạy chậm lại.

Như vậy sau một khoảng thời gian là $T_2$ thì đồng hồ chạy chậm một lượng:

$$\Delta T = |T_2 - T_1|$$

⇒ Trong một ngày đêm t = 86400 s đồng hồ chạy chậm:

$$\Delta\tau = \frac{|T_2 - T_1|}{T_2}.86400 = \left|1 - \frac{T_1}{T_2}\right|.86400 = 43200.\alpha.(t_2 - t_1)$$

Thay số: $\Delta\tau = 43200 . 1,5 . 10^{-5}(30 - 25) = 3,24$ (s)

Chọn phương án B.

## Chủ đề 4. CON LẮC VẬT LÍ

### BẢNG ĐÁP ÁN

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D | C | D | B | D | D | A | A | A | A | B |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 4.1.** Chu kỳ dao động của con lắc vật lí được tính theo công thức

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}}$$

⇒ Nó phụ thuộc vào khối lượng m, khoảng cách d từ trục quay đến trọng tâm, mômen quán tính I đối với trục quay và không phụ thuộc vào gốc toạ độ được chọn.

Chọn phương án D.

**Câu 4.2.** Tần số góc của con lắc vật lí được tính: $\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}$ (1)

Ở đây: $I = \frac{m.l^2}{3}$; $d = \frac{l}{2}$ (2)

Thay (2) vào (1): $\omega = \sqrt{\frac{mg\frac{l}{2}}{\frac{m.l^2}{3}}} = \sqrt{\frac{3g}{2l}}$

Chọn phương án C.

**Câu 4.3.** Tần số góc của con lắc vật lí được tính: $\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}$ (1)

Tần số góc của con lắc lò xo được tính: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ mgd của con lắc vật lí đóng vai trò tương tự vớ độ cứng k của con lắc lò xo.

Chọn phương án D.

**Câu 4.4.** Tần số góc của con lắc lò xo được tính: $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}}$ (1)

Tần số góc của con lắc vật lí được tính: $\omega = \sqrt{\dfrac{mgd}{I}}$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ Khối lượng m của con lắc lò xo đóng vai trò tương tự với mômen quán tính I của con lắc vật lí.

Chọn phương án B.

**Câu 4.6.** Chu kỳ dao động của con lắc vật lí được tính: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{I}{mgd}}$

Vì con lắc vật lí ở đây là một vành tròn bán kính R quay quanh một trục vuông góc với vành và đi qua một điểm trên vành nên mônen quán tính của nó được tính $I = I_G + mR^2 = 2mR^2$.

Suy ra $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{2mR^2}{mgR}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{2R}{g}} \Rightarrow$ T phụ thuộc vào R và g.

Chọn phương án D.

**Câu 4.7**. Từ công thức tính tần số góc của con lắc vật lí:

$$\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}} \Rightarrow I = \frac{mgd}{\omega^2}$$

Thay số: $I = \dfrac{2.9,8.1}{2^2} = 4,9(\text{kg.m}^2)$

Chọn phương án A.

**Câu 4.8.** Mômen quán tính của con lắc đối với trục quay của nó:

$$I = \frac{1}{3}ml^2 = \frac{1}{3}.0,5.0,3^2 = 0,015\,(\text{kgm}^2)$$

Khoảng cách từ trọng tâm đến trục quay:

$$d = \frac{l}{2} = \frac{0,3}{2} = 0,15\,(\text{cm})$$

Chu kỳ dao động của con lắc:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,015}{0,5.10.0,15}} = \frac{2}{\sqrt{5}}\,(\text{s}) \approx 0,89\,(\text{s})$$

Chọn phương án A.

**Câu 4.9.** Vì trục quay đi qua một đầu của thanh và vuông góc với thanh nên ta có:

– Mômen quán tính của con lắc đối với trục quay: $I = \frac{1}{3}ml^2$

– Khoảng cách từ trọng tâm đến trục quay: $d = \frac{l}{2}$

⇒ Chu kỳ dao động của con lắc:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{3}ml^2}{mg\frac{l}{2}}} = 2\pi\sqrt{\frac{2l}{3g}} = 2\pi\sqrt{\frac{2.1,5}{3.10}} = 2\ (s)$$

Chọn phương án A.

**Câu 4.10.** Chu kỳ dao động của con lắc vật lí được tính:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}} \quad (1)$$

Trong đó mômen quán tính của nó được tính

$$I = I_G + mR^2 = \frac{1}{2}mR^2 + mR^2 = \frac{3}{2}mR^2 \quad (2)$$

Thay (2) vào (1) ta được $T = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}mR^2}{mgd}} = 2\pi\sqrt{\frac{3R^2}{2gd}}$

Thay số: $T = 2\pi\sqrt{\frac{3.0,2^2}{2.10.0,05}} \approx 2,18\ (s)$

Chọn phương án A.

**Câu 4.11.** Khi treo con lắc trên vào trần một thang máy chuyển động nhanh dần đều đi lên thì con lắc chịu thêm lực quán tính hướng xuống dưới: $\vec{F}_{qt} = -m\vec{a}$

⇒ Trọng lực hiệu dụng: $P' = P + F$

⇒ Gia tốc trọng trường hiệu dụng $g_{hd} = \frac{F'}{m} = g + a = \frac{3}{2}g$

⇒ Chu kỳ dao động mới của con lắc được tính:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mg'd}} = 2\pi\sqrt{\frac{I}{m\frac{3g}{2}d}} = T\sqrt{\frac{2}{3}}$$

Chọn phương án B.

# Chủ đề 5. CÁC LOẠI DAO ĐỘNG

## BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.1<br>D | 5.2<br>B | 5.3<br>D | 5.4<br>A | 5.5<br>B | 5.6<br>C | 5.7<br>A | 5.8<br>B | 5.9<br>D | 5.10<br>C |
| 5.11<br>C | 5.12<br>B | 5.13<br>C | 5.14<br>D | 5.15<br>A | 5.16<br>A | 5.17<br>D | 5.18<br>C | 5.19<br>A | 5.20<br>B |
| 5.21<br>B | 5.22<br>D | 5.23<br>A | 5.24<br>B | 5.25<br>B | | | | | |

## HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 5.11.** Con lắc có quả cầu bằng chì có năng lượng ban đầu lớn nhất do đó nó sẽ dừng lại sau cùng.

Chọn phương án C.

**Câu 5.19.** Vì ở đây hệ dao động tự do nên chu kỳ dao động chỉ phụ thuộc vào đặc tính riêng của hệ ⇒ chu kỳ dao động không thay đổi T = 0,3 s.

Chọn phương án A.

**Câu 5.20.** Cơ năng của con lắc lò xo được tính: $W = \frac{1}{2}kA^2$

Theo bài ra: cứ sau mỗi chu kỳ thì biên độ của con lắc giảm 5%, có nghĩa là biên độ dao động của nó chỉ còn lại A'= 0,95A, ứng với cơ năng: $W' = \frac{1}{2}kA'^2 = \frac{1}{2}k(0,95A)^2$.

⇒ Phần cơ năng của con lắc bị mất đi trong một dao động là

$$\frac{W - W'}{W} = 1 - \left(\frac{A'}{A}\right)^2 = 1 - 0,9^2 = 0,19 = 19\%$$

Chọn phương án B.

**Câu 5.21.** Cơ năng của con lắc lò xo được tính: $W = \frac{1}{2}kA^2$

Biên độ dao động của con lắc sau 3 chu kỳ dao động là A'= 0,8A, ứng với cơ năng: $W' = \frac{1}{2}kA'^2 = \frac{1}{2}k(0,8A)^2 = 0,64W$.

⇒ Phần cơ năng của con lắc chuyển hoá thành nhiệt năng trong 3 chu kỳ dao động là $\Delta W = W - W' = W - 0,64W = 0,36W$

⇒ $\Delta W = 0,36.5 = 1,8$ (J)

⇒ Phần cơ năng của con lắc chuyển hoá thành nhiệt năng tính trung bình trong mỗi chu kỳ dao động là: $\Delta\overline{W} = \frac{\Delta W}{3} = \frac{1,8}{3} = 0,6$ (J)

Chọn phương án B.

**Câu 5.22.** Chu kì của ngoại lực tác dụng lên xe $T = \frac{L}{v}$

Chu kì dao động riêng $T_0 = 1,5$ s

Xe bị xóc mạnh nhất khi $T = T_0$

$$\Rightarrow \frac{L}{v} = T_0 \Rightarrow v = \frac{L}{T_0} = \frac{15}{1,5} = 10\,(m/s) = 36\,(km/h)$$

Chọn phương án D.

**Câu 5.23.** Con lắc sẽ dao động mạnh nhất khi $T = T_0$.

Trong đó: $T = \frac{L}{v}$ và $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

$$\Rightarrow \frac{L}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow v = \frac{L}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = 15\ m/s$$

$\Rightarrow$ Chọn phương án A.

**Câu 5.24.** Để nước không văng tung toé thì không xảy ra hiện tượng cộng hưởng, tức tần số góc của bước chân người phải khác tần số góc dao động sóng sánh của nước trong xô: $f \neq f_0 \Leftrightarrow T \neq T_0$

Mà $T = \frac{l}{v} \Rightarrow v \neq \frac{l}{T_0} = \frac{0,6}{0,9} = 0,66\,(m/s) = 2,4\,(km/h)$

Chọn phương án B.

**Câu 5.25.** Đổi: v = 36 km/h = 10 m/s

Đèn treo rung lên mạnh chứng tỏ có hiện tượng cộng hưởng xảy ra $\Rightarrow$ tần số của ngoại lực (lực do chỗ nối của hai đường ray) tác dụng vào tàu bằng tần số dao động riêng của đèn: $f = f_0 \Leftrightarrow T = T_0$

Mà $T = \frac{l}{v} \Rightarrow l = vT_0 = 10.1,3 = 13\,(m)$. Chọn phương án B.

## Chủ đề 6. TỔNG HỢP CÁC DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ CÙNG PHƯƠNG, CÙNG TẦN SỐ

### BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.1<br>A | 6.2<br>B | 6.3<br>B | 6.4<br>B | 6.5<br>A | 6.6<br>A | 6.7<br>D | 6.8<br>C | 6.9<br>C | 6.10<br>B |
| 6.11<br>C | 6.12<br>B | 6.13<br>B | 6.14<br>A | 6.17<br>D | 6.16<br>C | 6.17<br>D | | | |

## HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 6.3.** Biên độ dao động tổng hợp được tính theo công thức:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

Suy ra $A = A_{max} = A_1 + A_2 \Leftrightarrow \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = 1 \Leftrightarrow \varphi_2 - \varphi_1 = k2\pi$:

Chọn phương án B.

**Câu 6.4.** Biên độ dao động tổng hợp được tính theo công thức:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

Suy ra khi $\varphi_2 - \varphi_1 = \pi + k2\pi$ thì $A = |A_1 - A_2|$

Chọn phương án B.

**Câu 6.5.** Độ lệch pha giữa $x_1$ và $x_2$ được tính:

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\pi}{3} - \left(-\frac{\pi}{3}\right) = \frac{2\pi}{3}$$

$\Rightarrow$ Hai dao động này lệch pha nhau một góc $\frac{2\pi}{3}$.

Chọn phương án A.

**Câu 6.6.** Độ lệch pha giữa $x_1$ và $x_2$ được tính: $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\pi}{3} - \left(-\frac{2\pi}{3}\right) = \pi$

$\Rightarrow$ Hai dao động này lệch pha nhau một góc $\pi$: ngược pha

Chọn phương án A.

**Câu 6.7.** Biên độ dao động tổng hợp được tính theo công thức:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$\Rightarrow |A_1 - A_2| \le A \le A_1 + A_2$$

Theo bài ra: $A_1 = 5$ cm, $A_2 = 8$ cm. Suy ra: $3\text{cm} \le A \le 13\text{cm}$

Giá trị A = 14 cm ở phương án D không thoả mãn điều kiện trên.

Chọn phương án D.

**Câu 6.8.** Hai dao động thành phần có cùng biên độ, do đó ta có:

$$x = x_1 + x_2 = 3\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right) + 3\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{6}\right) = 6\cos\frac{\pi}{4}.\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{12}\right)$$

$$\Rightarrow x = 3\sqrt{2}\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{12}\right)\text{cm}$$

Chọn phương án C.

**Câu 6.9.** Ta có: $x = x_1 + x_2 \Leftrightarrow x_2 = x - x_1 = 3\sin\left(\pi t + \frac{7\pi}{6}\right) - 5\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$

$$\Leftrightarrow x_2 = 3\sin\left(\pi t + \frac{7\pi}{6}\right) + 5\sin\left(\pi t + \frac{7\pi}{6}\right) = 8\sin\left(\pi t + \frac{7\pi}{6}\right)\text{ (cm)}$$

Chọn phương án C.

**Câu 6.10.**

Từ $x = x_1 + x_2 \Rightarrow x_2 = x - x_1 = 5\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right) - 3\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm)

$\Rightarrow x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm

Chọn phương án B.

**Câu 6.11.** Từ $x = x_1 + x_2 \Rightarrow x_2 = x + (-x_1)$

Như vậy $x_2$ được xem như là tổng hợp của $x = 3\sqrt{3}\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm và

$-x_1 = 3\cos(5\pi t + \pi)$ cm.

Gọi $x_2 = A\cos(\omega t + \varphi)$. Ta có :

– Tần số góc : $\omega = 5\pi$ (rad/s)

– Biên độ: $A = \sqrt{\left(3\sqrt{3}\right)^2 + 3^2 + 2.3\sqrt{3}.3.\cos\frac{\pi}{2}} = 6$ (cm)

– Pha ban đầu: $\tan\varphi = \dfrac{3\sqrt{3}\sin\frac{\pi}{2} + 3\sin\pi}{3\sqrt{3}\cos\frac{\pi}{2} + 3\cos\pi} = -\sqrt{3} \Rightarrow \left[\begin{array}{l}\varphi = -\frac{\pi}{3}\\ \varphi = \frac{2\pi}{3}\end{array}\right.$ (1)

Vì $x_2$ là tổng hợp của x và $-x_1$ nên pha ban đầu của $x_2$ phải nằm trong khoảng pha ban đầu của x và $-x_1$, có nghĩa là $\frac{\pi}{2} \le \varphi \le \pi$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra: $\varphi = \frac{2\pi}{3}$

Vậy phương trình của dao động thứ 2 là: $x_2 = 6\cos\left(5\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$ cm

Chọn phương án C.

**Câu 6.12.** Phương trình dao động tổng hợp có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ cm

Trong đó: tần số góc $\omega = 20$ rad/s

và biên độ $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$ (*)

Theo bài ra $v_{max} = 140$ cm/s, mà $v_{max} = A\omega \Rightarrow A = \frac{v_{max}}{\omega} = \frac{140}{20} = 7$ (cm)

Thay vào (*) $\Rightarrow A_1 = 8$ cm.

Chọn phương án B.

**Câu 6.13.** Hai dao động thành phần có cùng biên độ, do đó ta có:

$$x = x_1 + x_2 = 2\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right) + 2\cos 5\pi t = 4\cos\frac{\pi}{4}.\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$$

$$\Rightarrow x = 2\sqrt{2}.\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ cm}$$

$\Rightarrow$ vận tốc: $v = x' = -10\pi\sqrt{2}.\sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ cm/s

Tại thời điểm t = 2 s: $v = -10\pi\sqrt{2}.\sin\left(5\pi.2 + \frac{\pi}{4}\right) = -10\pi$ (cm/s)

Chọn phương án B.

**Câu 6.14.** Hai dao động thành phần có cùng biên độ nên

$$x = x_1 + x_2 = 4\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{6}\right) + 4\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = 8\cos\frac{\pi}{6}.\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{(cm)}$$

$$\Rightarrow x = 4\sqrt{3}\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm}$$

Vậy biên độ của dao động tổng hợp là $A = 4\sqrt{3}$ cm

Chọn phương án A.

**Câu 6.15.** Biên độ của dao động tổng hợp được tính:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

Thay số: $A = \sqrt{6^2 + 8^2 + 2.6.8.\cos\left(\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{6}\right)} = 10$ (cm)

Chọn phương án D.

**Câu 6.16.** Biên độ của dao động tổng hợp được tính:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

Thay số: $A = \sqrt{3^2 + 4^2 + 2.3.4.\cos\frac{\pi}{2}} = 5$ (cm)

Chọn phương án C.

**Câu 6.17.** Gọi biểu thức của hai dao động thành phần là:

$x_1 = A\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ và $x_2 = A\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$

$\Rightarrow$ Dao động tổng hợp:

$$x = x_1 + x_2 = A\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) + A\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right) = 2A\cos\frac{\pi}{4}.\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{12}\right)$$

Pha ban đầu của dao động tổng hợp là $\varphi = \frac{\pi}{12}$

Chọn phương án D.

# Chương III. SÓNG CƠ HỌC

## Dạng 1. ĐẠI CƯƠNG VỀ SÓNG VÀ VIẾT PHƯƠNG TRÌNH SÓNG

### BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.1<br>D | 1.2<br>C | 1.3<br>B | 1.4<br>A | 1.5<br>A | 1.6<br>D | 1.7<br>A | 1.8<br>B | 1.9<br>B | 1.10<br>C |
| 1.11<br>B | 1.12<br>D | 1.13<br>D | 1.14<br>A | 1.15<br>C | 1.16<br>C | 1.17<br>A | 1.18<br>B | 1.19<br>A | 1.20<br>C |
| 1.21<br>C | 1.22<br>B | 1.23<br>B | 1.24<br>C | 1.25<br>B | 1.26<br>C | 1.27<br>A | 1.28<br>D | 1.29<br>B | 1.30<br>B |
| 1.31<br>B | 1.32<br>C | 1.33<br>A | | | | | | | |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 1.14.** Tần số góc $\omega = 2\pi$ rad/s $\Rightarrow$ Chu kì $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1$ (s)

$\Rightarrow$ Vận tốc $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{1,5}{1} = 1,5$ (m/s)

Chọn phương án A.

**Câu 1.15.** Khoảng cách giữa hai gợn sóng liên tiếp chính là bước sóng:

$\Rightarrow \lambda = 4$ cm.

Từ biểu thức: $\lambda = vT = \frac{v}{f} \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{80}{4} = 20$ (Hz)

Chọn phương án C.

**Câu 1.16.** Khoảng cách giữa 5 gọn sóng liên tiếp là 4 bước sóng

$\Rightarrow 4\lambda = 60$ cm $\Rightarrow \lambda = 15$ cm.

Vận tốc truyền sóng $v = \lambda f = 15.6 = 80$ (cm/s).

Chọn phương án C.

**Câu 1.17.** Khoảng thời gian giữa hai lần nhô là 4 chu kì

$\Rightarrow 4T = 8 \Rightarrow T = 2$ s.

Khoảng cách hai ngọn sóng kề nhau là 0,2 m $\Rightarrow \lambda = 0,2$ m.

Từ $\lambda = vT \Rightarrow$ Vận tốc $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,2}{2} = 0,1$ (m/s) = 10 (cm/s).

$\Rightarrow$ Chọn phương án A.

**Câu 1.18.** Từ hình vẽ suy ra bước sóng $\lambda = 20$ cm

và $\Delta t = 1\text{ s} = \dfrac{T}{4}$ hay T = 4 s.

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng $v = \dfrac{\lambda}{T} = \dfrac{20}{4} = 5$ (cm/s)

Chọn phương án B.

**Câu 1.19.** Tại thời điểm $t_1$ li độ của M là $2\sqrt{3}$ cm

Từ đó suy ra $u(t_1) = 4\cos\left(\dfrac{\pi}{6}t_1 + \dfrac{\pi}{6}\right) = 2\sqrt{3}$ cm (1)

Li độ của điểm M sau đó 6 giây tiếp theo (tại thời điểm $t_1$ + 6s) được tính:

$$u(t_1+6) = 4\cos\left[\frac{\pi}{6}(t_1+6) + \frac{\pi}{6}\right] = 4\cos\left(\frac{\pi}{6}t_1 + \frac{7\pi}{6}\right) = -4\cos\left(\frac{\pi}{6}t_1 + \frac{\pi}{6}\right) \quad (2)$$

Thay (1) vào (2) ta được: $u(t_1+6) = -2\sqrt{3}$ cm

Chọn phương án A.

**Câu 1.20.** Vì phương trình nguồn là $u_0 = 10\cos\omega t$ mm nên phương trình sóng tại điểm M cách O một khoảng x là:

$$u_M = 10\cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) = 10\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{5,4}{0,8}\right) = 10\cos(\omega t - 13,5\pi)\text{ mm}.$$

$$\Rightarrow u_M = 10\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)\text{ mm}$$

Chọn phương án C.

**Câu 1.21.** Từ phương trình dao động của M suy ra $\omega = 10\pi$ rad/s

$\Rightarrow$ Chu kỳ: $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi}{10\pi} = 0,2$ (s)

Bước sóng: $\lambda = vT = 60.0,2 = 12$ (cm)

$\Rightarrow$ Phương trình dao động tại S:

$$u_S = A\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{6} + \frac{2\pi d}{\lambda}\right) = A\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{6} + \frac{2\pi.2}{12}\right)$$

$$\Rightarrow u_S = A\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\text{(cm)}$$

Chọn phương án C.

**Câu 1.22.** Độ lệch pha giữa O và M là: $\Delta\varphi = \dfrac{2\pi d}{\lambda}$

Theo bài ra: $\Delta\varphi = \dfrac{5\pi}{3} \Rightarrow \dfrac{2\pi d}{\lambda} = \dfrac{5\pi}{3} \Leftrightarrow \dfrac{2\pi.10}{\lambda} = \dfrac{5\pi}{3} \Leftrightarrow \lambda = 12\,(cm)$

Mặt khác từ $\varphi_M = 5\pi t - \dfrac{5\pi}{3} \Rightarrow$ tần số góc $\omega = 5\pi$ rad/s

$\Rightarrow$ Chu kỳ: $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi}{5\pi} = 0,4$ (s)

$\Rightarrow$ Tốc độ truyền sóng: $v = \dfrac{\lambda}{T} = \dfrac{12}{0,4} = 30$ (cm/s)

Chọn phương án B.

**Câu 1.23.** Xét tại một điểm nhất định: $u(x_0, t) = 2\sin\dfrac{\pi x_0}{4}\cos(\dfrac{3\pi t}{5} - \dfrac{5\pi}{6})$ cm

Hàm này tuần hoàn với chu kỳ: $\dfrac{2\pi}{\dfrac{3\pi}{5}} = \dfrac{10}{3}$ (s)

Mặt khác ta biết tại một điểm nhất định, hàm sóng là một hàm tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ T $\Rightarrow T = \dfrac{10}{3}$ (s)

Xét tại một thời điểm nhất định: $u(x, t_0) = 2\sin\dfrac{\pi x}{4}\cos(\dfrac{3\pi t_0}{5} - \dfrac{5\pi}{6})$ cm

Hàm này tuần hoàn với chu kỳ: $\dfrac{2\pi}{\dfrac{\pi}{4}} = 8$ (m)

Mặt khác ta biết tại một thời điểm nhất định, hàm sóng là một hàm tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ λ $\Rightarrow \lambda = 8$ m

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng: $v = \dfrac{\lambda}{T} = \dfrac{8}{\dfrac{10}{3}} = 2,4$ (m/s)

Chọn phương án B.

**Câu 1.25.** Độ lệch pha giữa nguồn O và điểm M là $\Delta\varphi = 2\pi\dfrac{x}{\lambda}$.

Vì ngược pha nên $\Delta\varphi = (2k+1)\pi, k \in Z$.

$\Rightarrow 2\pi\dfrac{x}{\lambda} = (2k+1)\pi \Rightarrow x = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}, k \in Z$.

Chọn phương án B.

**Câu 1.26.** Độ lệch pha giữa các điểm cùng nằm trên phương truyền sóng và cách nhau một khoảng d được tính $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$.

Dao động cùng pha: $\Delta\varphi = k2\pi \Leftrightarrow \frac{2\pi d}{\lambda} = k2\pi \Leftrightarrow d = k\lambda$

Chọn phương án C.

**Câu 1.27.** Độ lệch pha giữa các điểm cùng nằm trên phương truyền sóng và cách nhau một khoảng d được tính $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$.

Dao động ngược pha: $\Delta\varphi = \pi + k2\pi \Leftrightarrow \frac{2\pi d}{\lambda} = \pi + k2\pi$

$\Leftrightarrow d = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$ với k = 0, 1, 2,...

Chọn phương án A.

**Câu 1.28.** Độ lệch pha giữa các điểm cùng nằm trên phương truyền sóng và cách nhau một khoảng d được tính $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$.

Dao động ngược pha: $\Delta\varphi = \pi + k2\pi \Leftrightarrow \frac{2\pi d}{\lambda} = \pi + k2\pi$

$\Leftrightarrow d = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$ với k = 0, 1, 2,...

$\Rightarrow$ Khoảng cách giữa 2 điểm gần nhất dao động ngược pha $d = \frac{\lambda}{2}$.

Mặt khác bước sóng: $\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{40}{5} = 8\ (cm) \Rightarrow d = \frac{\lambda}{2} = 4\ (cm)$

Chọn phương án D.

**Câu 1.29.** Độ lệch pha giữa A và B được tính: $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi df}{v}$

A và B dao động ngược pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = \pi + k2\pi$ với $k \in Z$.

$\Rightarrow \frac{2\pi df}{v} = \pi + k2\pi \Leftrightarrow v = \frac{2df}{2k+1}$

Thay số ta được: $v = \frac{2.0,1.20}{2k+1} = \frac{4}{2k+1}$ (m/s) (*)

Vì $0,7\ m/s \le v \le 1\ m/s$ nên $0,7 \le \frac{4}{2k+1} \le 1 \Leftrightarrow 1,50 \le k \le 2,36$

Vì $k \in Z$ nên suy ra k = 2.

Thay vào (*) $\Rightarrow v = \frac{4}{2.2+1} = 0,8$ (m/s) (*)

Chọn phương án B.

**Câu 1.30.** Từ phương trình dao động tại M $\Rightarrow$ tần số góc của dao động là $\omega = \pi$ rad/s $\Rightarrow$ chu kì $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi} = 2$ s.

Vì pha ban đầu của nguồn bằng 0 $\Rightarrow$ pha của điểm M là $-2\pi\frac{d}{\lambda}$.

$\Rightarrow -\frac{d}{50} = -2\pi\frac{d}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 100$ cm.

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{100}{2} = 50$ cm/s

Chọn phương án B.

**Câu 1.31.** Từ phương trình dao động tại nguồn suy ra tần số góc của sóng là $\omega = 4\pi$ (rad/s)

$\Rightarrow$ Chu kỳ: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,5$ (s)

$\Rightarrow$ Bước sóng $\lambda = vT = 30.0,5 = 15$ (cm)

Xét điểm I nằm trên đoạn OM và cách O một khoảng x.

Độ lệch pha giữa O và I được tính: $\Delta\varphi = \frac{2\pi x}{\lambda}$

I và O dao động cùng pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = k2\pi$ (với $k \in Z$)

$\Rightarrow \frac{2\pi x}{\lambda} = k2\pi \Leftrightarrow x = k\lambda = 15k$ (cm/s)

Vì I nằm trên đoạn OM nên $0 < x \le 70 \Leftrightarrow 0 < 20k \le 70 \Leftrightarrow 0 < k \le 3,5$

Vì $k \in Z \Rightarrow k = 1, 2,3$: có 3 giá trị của k $\Rightarrow$ có 3 điểm dao động cùng pha.

Chọn phương án B

**Câu 1.32.** Chu kỳ: $T = \frac{1}{f} = 0,1$ (s)

$\Rightarrow$ Bước sóng $\lambda = vT = 40.0,1 = 4$ (cm)

Xét điểm I nằm trên đoạn OM và cách O một khoảng x.

Độ lệch pha giữa O và I được tính: $\Delta\varphi = \frac{2\pi x}{\lambda}$

I và O dao động ngược pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = \pi + k2\pi$ (với $k \in Z$)

$\Rightarrow \frac{2\pi x}{\lambda} = \pi + k2\pi \Leftrightarrow x = \frac{(2k+1)\lambda}{2} = \frac{(2k+1).4}{2} = 2(2k+1)$ (cm/s)

Vì I nằm trên đoạn OM nên $0 < x \le 20 \Leftrightarrow 0 < 2(2k+1) \le 20$

$\Leftrightarrow -\frac{1}{2} < k \le 4,5$

Vì $k \in Z \Rightarrow k = 0, 1, 2, 3, 4$: có 5 giá trị của k

$\Rightarrow$ có 5 điểm dao động ngược pha.

Chọn phương án C.

**Câu 1.33.** Phương trình nguồn $u_O = A\cos\omega t$.

$\Rightarrow$ Phương trình tại điểm M: $u_M = A\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{d_M}{\lambda}\right)$.

Độ lệch pha giữa O và M: $\Delta\varphi = 2\pi\frac{d_M}{\lambda}$.

Vì cùng pha nên $\Delta\varphi = 2k\pi, k \in Z$.

$\Rightarrow 2\pi\frac{d_M}{\lambda} = 2k\pi \Rightarrow d_M = k\lambda, k \in Z$.

Chọn phương án A.

## Dạng 2. GIAO THOA SÓNG

### BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.1<br>D | 2.2<br>C | 2.3<br>D | 2.4<br>B | 2.5<br>A | 2.6<br>D | 2.7<br>C | 2.8<br>B | 2.9<br>B | 2.10<br>C |
| 2.11<br>B | 2.12<br>C | 2.13<br>D | 2.14<br>A | 2.15<br>B | 2.16<br>A | 2.17<br>D | 2.18<br>C | 2.19<br>D | |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 2.4.** Giả sử biểu thức sóng tại 2 nguồn $S_1$, $S_2$ là: $u = A\cos(\omega t + \varphi)$

$\Rightarrow$ Biểu thức sóng tại M do $S_1$, $S_2$ truyền tới:

$u_{1M} = u_{2M} = A\cos\left(\omega t + \varphi - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$ (d là khoảng cách từ M tới 2 nguồn)

$\Rightarrow$ Biểu thức sóng tổng hợp tại M: $u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2A\cos\left(\omega t + \varphi - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

$\Rightarrow$ M dao động với biên độ cực đại: $A_M = 2A$.

Chọn phương án B.

**Câu 2.5.** Gọi d là khoảng cách từ M tới 2nguồn. Khi đó ta có:

Biểu thức sóng tại M do $S_1$ truyền tới: $u_{1M} = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Biểu thức sóng tại M do $S_2$ truyền tới:

$$u_{2M} = A\cos\left(\omega t + \pi - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) = -A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$

$\Rightarrow$ Biểu thức sóng tổng hợp tại M: $u_M = u_{1M} + u_{2M} = 0$

$\Rightarrow$ M không dao động (biên độ dao động bằng 0)

Chọn phương án A.

**Câu 2.6.** Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{60}{5} = 12\,(cm)$

M dao động cực đại khi $d_2 - d_1 = k\lambda \quad (k \in Z)$

Nhận thấy trường hợp B và C đều là thoả mãn.

Chọn phương án D.

**Câu 2.7.** Gọi N là một điểm thuộc $S_1$, $S_2$ có $d_2 + d_1 = S_1S_2$.

Vì tại N có biên độ cực đại nên $d_2 - d_1 = k\lambda$

Cộng vế với vế của hai phương trình trên ta được: $2d_2 = S_1S_2 + k\lambda$

$\Rightarrow d_1 = \frac{S_1S_2}{2} + k\frac{\lambda}{2}$

Khoảng cách giữa hai cực đại lân cận bậc k và bậc (k –1) là.

$$\Delta d = \left[\frac{S_1S_2}{2} + k\frac{\lambda}{2}\right] - \left[\frac{S_1S_2}{2} + (k-1)\frac{\lambda}{2}\right] = \frac{\lambda}{2}$$

Chọn phương án C.

**Câu 2.8.** Xen kẽ giữa hai cực đại là 1 cực tiểu giao thoa nên khoảng cách giữa cực đại và cực tiêu liên tiếp là $\Delta d' = \frac{\Delta d}{2} = \frac{\frac{\lambda}{2}}{2} = \frac{\lambda}{4}$

Chọn phương án B.

**Câu 2.9.** Ta biết khoảng cách giữa hai điểm dao động với biên độ cực đại liên tiếp trên $S_1S_2$ là $\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \frac{\lambda}{2} = 1{,}5\,cm \Rightarrow \lambda = 3\,cm$

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng: $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = 3.40 = 120\ (cm/s) = 1{,}2\,(m/s)$

Chọn phương án B.

**Câu 2.10.** Ta biết khoảng cách giữa hai điểm dao động với biên độ cực đại liên tiếp trên $S_1S_2$ là $\frac{\lambda}{2}$. Từ đây suy ra: $S_1S_2 = 10.\frac{\lambda}{2} = 5\lambda$

Theo bài ra: $S_1S_2 = 6\,cm \Rightarrow \lambda = \frac{6}{5} = 1{,}2\ (cm)$

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng: $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = 1{,}2.50 = 60\ (cm/s)$

Chọn phương án C.

**Câu 2.11.** Ta biết khoảng cách giữa hai điểm dao động với biên độ cực đại liên tiếp trên $S_1S_2$ là $\frac{\lambda}{2}$ Từ đây suy ra: $S_1S_2 = 4.\frac{\lambda}{2} + 2.\frac{\lambda}{4} = 2{,}5\lambda$

Theo bài ra: $S_1S_2 = 8\,cm \Rightarrow \lambda = \frac{8}{2{,}5} = 3{,}2\ (cm)$

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng: $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = 3{,}2.100 = 320\ (cm/s)$

Chọn phương án B.

**Câu 2.12.** Tại M sóng có biên độ cực đại nên thoả mãn phương trình $d_2 - d_1 = k\lambda$

Giữa M và đường trung trực của AB (k = 0) còn có một dãy cực đại nữa nên cực đại đi qua M ứng với k = 2.

$\Rightarrow 26,2 - 23 = 2\lambda \Rightarrow \lambda = 1,6$ cm.

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng $v = \lambda f = 1,6.15 = 24$ cm/s

Chọn phương án C.

**Câu 2.13.** Tại M sóng có biên độ cực đại nên $d_2 - d_1 = k\lambda$.

Vì giữa M và đường trung trực của AB có một dãy không dao động (dãy cực tiểu) nên cực đại đi qua M ứng với k = 2.

$\Rightarrow 10 - 6 = 2\lambda \Rightarrow \lambda = 2$ cm.

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng: $v = \dfrac{\lambda}{T} = \lambda f = 2.30 = 60$ (cm/s)

Chọn phương án D.

**Câu 2.14.** Tại M sóng có biên độ cực đại nên thoả mãn $d_2 - d_1 = k\lambda$.

Vì giữa M và đường trung trực của AB còn có 3 dãy cực đại nữa và $d_2 - d_1 < 0$ nên cực đại đi qua M ứng với $k = -4$.

$\Rightarrow 8 - 36 = -4\lambda \Rightarrow \lambda = 7$ cm

Vận tốc truyền sóng là $v = \dfrac{\lambda}{T} = \lambda f = 7.10 = 70$ (cm/s).

Chọn phương án A.

**Câu 2.15.** Từ phương trình sóng của A và B suy ra tần số góc $\omega = 10\pi$ rad/s

$\Rightarrow$ Bước sóng: $\lambda = vT = v\dfrac{2\pi}{\omega} = 20.\dfrac{2\pi}{10\pi} = 4$ (cm)

Ta có $BM - AM = 10\text{cm} = \left(2 + \dfrac{1}{2}\right).4 = \left(k + \dfrac{1}{2}\right)\lambda$ (với k = 2)

$\Rightarrow$ N thuộc đường đứng yên thứ 3 nằm cùng phía với A so với đường trung trực của AB.

Chọn phương án B.

**Câu 2.16.** Ta có:

$$\left[\begin{array}{l} \begin{cases} MS_2 - MS_1 = k\lambda \\ MS'_2 - MS'_1 = (k+4)\lambda \end{cases} \\ \begin{cases} MS_2 - MS_1 = \left(k + \dfrac{1}{2}\right)\lambda \\ MS'_2 - MS'_1 = \left(k + 4 + \dfrac{1}{2}\right)\lambda \end{cases} \end{array}\right. \Rightarrow (MS'_2 - MS'_1) - (MS_2 - MS_1) = 4\lambda$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{(MS'_2 - MS'_1) - (MS_2 - MS_1)}{4} = \frac{35 - 15}{4} = 5 \text{ (cm)}$$

Chọn phương án A.

**Câu 2.17.** Ta có $\lambda = vT = 80.0,05 = 4$ (cm)

Ta có: $\frac{d}{\lambda} = \frac{21}{4} = 5 + 0,25 = n + \Delta n$ (với n = 5 ; $\Delta n = 0,25$)

$\Rightarrow$ Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn nối $S_1S_2$: 2n + 1 = 11.

Chọn phương án D.

**Câu 2.18.** Ta có $\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{60}{40} = 1,5$ (cm)

Ta có: $\frac{d}{\lambda} = \frac{10,2}{1,5} = 6 + 0,8 = n + \Delta n$ (với n = 6; $\Delta n = 0,8$)

$\Rightarrow$ Vì $\Delta n = 0,8 > 0,5$ nên số điểm không dao động với biên độ cực đại trên đoạn nối $S_1S_2$: 2n + 2 = 14.

Chọn phương án C.

**Câu 2.19.** Vì giữa đường cực tiểu qua C và đường trung trực của AB còn có một đường cực đại khác nên đường cực tiểu qua C ứng với giá trị $k = -2$ trong biểu thức $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$.

Do vậy $BC - AC = \left(-2 + \frac{1}{2}\right)\lambda$

$\Leftrightarrow \lambda = -\frac{2}{3}(BC - AC) = -\frac{2}{3}(13,6 - 17,2) = 2,4$ (cm) Gọi M là giao điểm của đường dao động cực tiểu qua C với đoạn AB ta có:

$$\begin{cases} MB - MA = BC - AC \\ MB + MA = AB \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} MB - MA = -3,6 \text{ cm} \\ MB + MA = 16 \text{ cm} \end{cases}$$

$\Leftrightarrow MA = 9,8$ cm

Gọi I là giao điểm của các đường dao động cực đại với đoạn AB. Gọi $d_1$ và $d_2$ lần lượt là khoảng cách từ I tới hai nguồn A và B.

Ta có:

$$\begin{cases} d_2 - d_1 = k\lambda \\ d_2 + d_1 = d \end{cases} \Rightarrow 2d_1 = AB - k\lambda \Rightarrow d_1 = \frac{AB}{2} - k\frac{\lambda}{2} = 8 - 1,2.k \text{ (cm)}$$

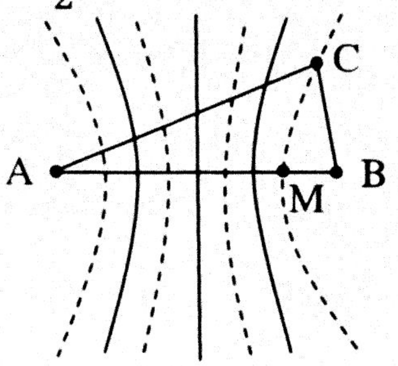
Những điểm dao động cực đại nằm trên đoạn AM ứng với $0 \le d_1 \le AM$

$\Leftrightarrow 0 \le 8 - 1,2.k \le 9,8 \Leftrightarrow -1,5 \le k \le 6,67$

Do k nguyên $\Rightarrow k = -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$:

Có 8 giá trị của k, vậy có 8 đường cực đại qua đoạn AM (cũng là qua AC).

Chọn phương án D.



Hình 5.23

## Dạng 3. SÓNG DỪNG

### BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.1<br>C | 3.2<br>C | 3.3<br>C | 3.4<br>A | 3.5<br>D | 3.6<br>B | 3.7<br>A | 3.8<br>B | 3.9<br>B | 3.10<br>C |
| 3.11<br>C | 3.12<br>A | 3.13<br>C | 3.14<br>D | 3.15<br>B | 3.16<br>B | 3.17<br>B | 3.18<br>D | 3.19<br>C | 3.20<br>A |
| 3.21<br>A | 3.22<br>D | 3.23<br>C | 3.24<br>B | | | | | | |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 3.7.** Vì hai đầu dây cố định nên số bó sóng = số bụng sóng = 1

Mà chiều dài mỗi bó sóng là $\frac{\lambda}{2} \Rightarrow l = \frac{\lambda}{2}$

$\Rightarrow$ Bước sóng: $\lambda = 2l$

$\Rightarrow$ Tần số sóng: $f = \frac{1}{T} = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2l}$

Chọn phương án A.

**Câu 3.8.** Dao động tại B là tổng hợp của sóng tới và sóng phản xạ tại đó. Mà B cố định (không dao động) nên sóng tới và sóng phản xạ tại B ngược pha.

Chọn phương án B.

**Câu 3.9.** Dao động tại B là tổng hợp của sóng tới và sóng phản xạ tại đó. Mà B tự do (dao động với biên độ cực đại) nên sóng tới và sóng phản xạ tại B cùng pha.

Chọn phương án B.

**Câu 3.11.** Biên độ tại bụng sóng A = 2.a = 2.1,5 = 3 (cm).

Bề rộng bụng sóng bằng 2A = 6 cm

Chọn phương án C.

**Câu 3.12.** Tại một điểm bất kỳ cách đầu A một khoảng d, biên độ của dao động tổng hợp là $A = 2a\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right|$

+ Tại đầu A, d = 0 nên biên độ A = 0.

+ Tại đầu còn lại B, d = $l$, để biên độ tại đó bằng không thì $\frac{2\pi l}{\lambda} = k\pi$

$\Rightarrow l = k\frac{\lambda}{2} = 2k\frac{\lambda}{4}$ $(k \in Z)$

Chọn phương án A.

**Câu 3.13.** Điều kiện xảy ra sóng dừng cho ta $l = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2l}{n}$

Với 5 múi sóng ta có n = 5, lúc đó $\lambda = \frac{2l}{n} = \frac{2.80}{5} = 32\,(cm)$

Chọn phương án C.

**Câu 3.14.** Ta có: $L = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2L}{n}$

$\lambda_{max} = 2L \Leftrightarrow n = 1$

Chọn phương án D.

**Câu 3.15.** Điều kiện xảy ra sóng dừng cho ta $l = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2l}{n}$

Có 4 nút sóng dừng kể cả hai đầu dây ⇒ có 4 múi sóng.

⇒ Bước sóng: $\lambda = \frac{2l}{n} = \frac{2.100}{4} = 50\,(cm)$

Vận tốc truyền sóng: $v = \lambda f = 50.30 = 150\,(cm/s) = 1,5\,(m/s)$

Chọn phương án B.

**Câu 3.16.** Khoảng cách giữa 5 nút sóng liên tiếp là 4 bó sóng.

Mà chiều dài mỗi bó sóng là $\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 100 = 4\frac{\lambda}{2} = 2\lambda$

⇒ Bước sóng: $\lambda = \frac{100}{2} = 50\,(cm)$

⇒ Vận tốc truyền sóng trên dây:

$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = 50.100 = 5000\,(cm/s) = 50\,(m/s)$

Chọn phương án A.

**Câu 3.17.** Vì A và B đều được xem là nút nên số bó sóng bằng số bụng sóng ⇒ Có 4 bó sóng.

Mà chiều dài mỗi bó sóng là $\frac{\lambda}{2} \Rightarrow AB = 4\frac{\lambda}{2} = 2\lambda$

⇒ Bước sóng: $\lambda = \frac{AB}{2} = 40\,(cm)$

⇒ Vận tốc truyền sóng trên dây:

$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = 40.50 = 2000\,(cm/s) = 20\,(m/s)$

Chọn phương án C.

**Câu 3.18.** Đây là hiện tượng sóng dừng với sợi dây 2 đầu cố định, số nút sóng trên dây (kể cả 2 đầu) là: 2 + 3 = 5 (nút) ⇒ Có 4 bó sóng.

Mà chiều dài mỗi bó sóng là $\frac{\lambda}{2} \Rightarrow l = 4\frac{\lambda}{2} = 2\lambda$

⇒ Bước sóng: $\lambda = \frac{l}{2} = \frac{2}{2} = 1$ (m)

⇒ Vận tốc truyền sóng trên dây: $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = 1.100 = 100\ (m/s)$

Chọn phương án D.

**Câu 3.19.** Bước sóng $\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{4}{10} = 0,4$ (m)

Vì 2 đầu dây đều là nút nên $l = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow$ Số bó sóng là $n = \frac{2l}{\lambda} = \frac{2.1,2}{0,4} = 6$

⇒ Số bụng sóng = số bó sóng = 6

Chọn phương án C.

**Câu 3.20.** Ta biết, chiều dài mỗi bó sóng là $\frac{\lambda}{2} \Rightarrow l = n\frac{\lambda}{2} = n\frac{v}{2f}$

⇒ Tần số: $f = n\frac{v}{2l} = n.\frac{20}{2.2} = 5n$ (Hz) (*)

Theo bài ra: $4\text{ Hz} \le f \le 6\text{ Hz} \Leftrightarrow 4 \le 5n \le 6$. Vì $n \in Z$ nên n = 1

Thay vào (*) ⇒ f = 5 (Hz)

Chọn phương án A.

**Câu 3.21.** Sóng tới tại B: $u_{1B} = U_0 \cos\omega\left(t - \frac{l}{v}\right)$

Do điểm phản xạ B cố định nên B là nút, vì vậy sóng phản xạ ngược pha với sóng tới ⇒ sóng phản xạ tại B là: $u_{2B} = -U_o \cos\omega\left(t - \frac{l}{v}\right)$

Chọn phương án A.

**Câu 3.22.** Giả sử vào thời điểm t, sóng tới đến B và truyền tới đó một dao động có phương trình: $u_{1B} = a\cos\omega t$

Sóng tới truyền từ M đến B và B cách M một khoảng d nên sóng tới tại M là: $u_{1M} = a\cos\left(\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Vì sóng B cố định nên sóng tới và sóng phản xạ tại B ngược pha, do đó sóng phản xạ tại B là: $u_{2B} = -u_{1B} = a\cos(\omega t - \pi)$

Suy ra sóng phản xạ tại M: $u_{2M} = a\cos\left(\omega t - \pi - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Biểu thức sóng tổng hợp tại M:

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2a\cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right).\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$\Rightarrow$ Biên độ dao động tại M: $A_M = 2a\left|\cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)\right| = 2a\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right|$

Chọn phương án D.

**Câu 3.23.** Từ biểu thức sóng $\Rightarrow$ Tần số góc: $\omega = 40\pi$ (rad/s)

Bước sóng $\lambda = vT = v\frac{2\pi}{\omega} = 100.\frac{2\pi}{40\pi} = 5$ (cm)

Vì 2 đầu dây đều được xem là nút nên $l = n\frac{\lambda}{2}$

$\Rightarrow$ Số bó sóng là $n = \frac{2l}{\lambda} = \frac{2.20}{5} = 8$

$\Rightarrow$ Số nút sóng = số bó sóng + 1 = 9

Số bụng sóng = số bó sóng = 8

Chọn phương án B.

**Câu 3.24.** Khoảng cách từ B đến nút thứ 3 là:

$2\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \frac{5\lambda}{4} \Rightarrow \frac{5\lambda}{4} = 5\text{ (cm)} \Leftrightarrow \lambda = 4\text{ (cm)}$

Vì sóng dừng xảy ra với một đầu cố định và một đầu tự do nên nếu gọi n là số bó sóng thì: $l = n\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}$

$\Rightarrow$ Số bó sóng là $n = \frac{2l}{\lambda} - \frac{1}{2} = \frac{2.21}{4} - \frac{1}{2} = 10$

$\Rightarrow$ Số nút sóng = số bụng sóng = số bó sóng + 1 = 11

Chọn phương án B.

## Dạng 4. SÓNG ÂM

### BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4.1.B | 4.2.A | 4.3.C | 4.4.B | 4.5.C | 4.6.A | 4.7.B | 4.8.B | 4.9.D | 4.10.C |
| 4.11.C | 4.12.B | 4.13.D | 4.14.A | 4.15.D | 4.16.C | 4.17.D | 4.18.C | 4.19.C | 4.20.D |
| 4.21.B | 4.22.D | 4.23.B | 4.24.A | 4.25.C | 4.26.B | 4.27.C | 4.28.A | 4.29.A | 4.30.C |
| 4.31.C | 4.32.C | 4.33.C | 4.34.B | 4.35.C | | | | | |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 4.20.** âm thanh 3 có tần số và biên độ lớn nhất $\Rightarrow$ có độ to lớn nhất.

Âm thanh 1 và âm thanh 2 đều có cùng tần số, nhưng biên độ của âm thanh 1 lớn hơn $\Rightarrow$ âm thanh 1 to hơn.

Vậy độ to của các âm là như sau: âm thanh 3 > âm thanh 1 > âm thanh 2.

Chọn phương án D.

**Câu 4.21.** Từ công thức $\lambda = vT = \frac{v}{f} \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0,33} \approx 1000\ (Hz)$

Chọn phương án B.

**Câu 4.22.** Bước sóng của sóng này trong môi trường nước:

$$\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{1500}{200} = 7,5\ (m)$$

Chọn phương án D.

**Câu 4.23.** Ta có: L = S = v.t = 340 × 60 = 20400 (m) = 20,4 (km)

Chọn phương án B.

**Câu 4.24.** Sóng âm phải đi quãng đường dài gấp hai lần khoảng cách từ người đến chân núi.

$$t = \frac{S}{v} = \frac{2L}{v} \Rightarrow L = \frac{t.v}{2} = \frac{6,5.340}{2} = 1105\ (m)$$

Chọn phương án A.

**Câu 4.25.** Thời gian truyền âm từ nơi gõ đến tai người nghe là:

– Trong không khí: $t_1 = \frac{L}{v_1}$

– Trong thép: $t_2 = \frac{L}{v_2}$

Vì $v_2 > v_1$ nên $t_2 < t_1 \Rightarrow t_1 - t_2 = 2\ s \Rightarrow \frac{L}{v_1} - \frac{L}{v_2} = 2$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{L}{\frac{L}{v_1} - 2} = \frac{1000}{\frac{1000}{340} - 2} \approx 1063\ (m/s)$$

Chọn phương án C.

**Câu 4.26.** Các âm mà nhạc cụ có thể phát ra có tần số là một bội số của âm cơ bản f' = nf. Để tai người này có thể nghe được thì

$$f' = nf \le 18.000\ Hz \Leftrightarrow n \le \frac{18.000}{420} \approx 42,8$$

Giá trị tần số lớn nhất ứng với giá trị của n lớn nhất ⇒ n = 42.

Vậy tần số lớn nhất mà nhạc cụ này có thể phát ra để tai người này còn nghe được là: 42.420 = 17.640 (Hz)

Chọn phương án B.

**Câu 4.30.** Ta có: $L = 10\lg\frac{I}{I_0} = 10\lg\frac{10^{-5}}{10^{-12}} = 10.\lg 10^7 = 10.7.\lg 10 = 70\ (dB)$

Chọn phương án C.

**Câu 4.31.** Ta có: $10\lg\frac{I}{I_0} = 40 \Rightarrow \lg\frac{I}{I_0} = 4 \Rightarrow \frac{I}{I_0} = 10^4 \Rightarrow I = 10^{-8}\ W/m^2$

Chọn phương án C.

**Câu 4.32.** Ta có $L = 10\lg\frac{I}{I_0}$, với $I_1$ thì $L_1 = 10\lg\frac{I_1}{I_0}$ (1)

Với $I_2$ thì $L_2 = 10\lg\frac{I_2}{I_0}$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow L_2 - L_1 = 10\lg\frac{I_2}{I_0} - 10\lg\frac{I_1}{I_0} = 10\lg\frac{I_2}{I_1}$.

Theo đề ra $L_2 - L_1 = 20$ nên $10\lg\frac{I_2}{I_1} = 20$

$\Rightarrow \lg\frac{I_2}{I_1} = 2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^2 = 100$

Chọn phương án C.

**Câu 4.33.** Cường độ âm được tính: $I = \frac{P}{S}$

Vì sóng âm do loa phát ra là sóng cầu nên $S = 4\pi R^2 \Rightarrow I = \frac{P}{4\pi R^2}$

Do đó ta có: $I_1 = \frac{P}{4\pi R_1^2}$; $I_2 = \frac{P}{4\pi R_2^2}$

$\Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 = \left(\frac{1}{5}\right)^2 = \frac{1}{25} \Rightarrow I_2 = \frac{1}{25}I_1$ (1)

Mức cường độ âm do loa đó phát ra tại điểm nằm cách loa 5 m:

$L_2 = 10\lg\frac{I_2}{I_0}$ (2)

Thay (1) vào (2) ta được:

$L_2 = 10\lg\frac{I_1}{25I_0} = 10\lg\frac{I_1}{I_0} - 10\lg 25 = L_1 - 10\lg 25 \approx 60 - 14 \approx 46\ (dB)$

Chọn phương án C.

**Câu 4.34.** Ta có: $\frac{I}{I'} = \frac{(d+40)^2}{d^2} = 9 \Rightarrow d = 20\ (m)$

Chọn phương án B.

**Câu 4.35.** Cường độ âm tại vị trí ban đầu cách nguồn âm một khoảng d:

$I = \frac{P}{4\pi d^2}$ (1)

Cường độ âm tại vị trí sau cách nguồn âm một khoảng (d +30):

$I' = \frac{P}{4\pi(d+30)^2}$ (2)

Từ (1) và (2), theo đề ra ta có: $\frac{I}{I'} = \frac{(d+30)^2}{d^2} = 4 \Rightarrow d = 30m$.

Chọn phương án C.

## Dạng 5. HIỆU ỨNG ĐỐP – PLE

### BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.1.B | 5.2.D | 5.3.C | 5.4.D | 5.5.A | 5.6.C | 5.7.C | 5.8.B | 5.9.C | 5.10.B |
| 5.11.B | 5.12.B | 5.13.C | | | | | | | |

### HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 5.2.** Áp dụng công thức Đốp – Ple cho trường hợp tổng quát:

$$f' = \frac{V+u}{V-v}.f$$

Theo bài ra: máy thu đứng yên nên u = 0; nguồn chuyển động lại gần máy thu nên v > 0 ⇒ Tần số âm mà máy thu B thu được

$$f' = \frac{V}{V-v}.f > f$$

Chọn phương án D.

**Câu 5.4.** Áp dụng công thức Đốp – Ple cho trường hợp tổng quát:

$$f = \frac{V+u}{V-v}.f_0$$

– Vì máy thu đứng yên nên u = 0.

– Nguồn chuyển động ra xa máy thu A và lại gần máy thu B nên tần số sóng mà máy thu A và B lần lượt là:

$$f_A = \frac{V}{V+v}.f < f_0 \text{ ; } f_B = \frac{V}{V-v}.f > f_0$$

Vậy $f_A < f_0 < f_B$

Chọn phương án D.

**Câu 5.5.** Để tần số âm mà máy thu thu được không khác với tần số nguồn âm từ máy phát phát ra thì không có sự chuyển động tương đối giữa máy thu và máy phát $\Leftrightarrow \vec{v}_A = \vec{v}_B$.

Chọn phương án A.

**Câu 5.6.** Tần số âm mà máy thu nhận được khi máy thu đứng yên còn máy phát chuyển động lại gần máy thu được tính theo công thức:

$$f' = \frac{V}{V-v}.f$$

Thay số: V = 340 m/s, v = 72 km/h = 20 m/s, f = 1000 Hz ta được

$$f' = \frac{340}{340-20}.1000 \approx 1062,5 \text{ (Hz)}$$

Chọn phương án C.

**Câu 5.7.** Áp dụng công thức Đốp – Ple cho trường hợp tổng quát: $f = \frac{V+u}{V-v}.f_0$

Đây là trường hợp máy phát đứng yên (v = 0) còn máy thu chuyển động

lại gần máy phát, do đó tần số mà người ngồi trên xe máy (máy thu) cảm nhận được là $f' = \frac{V+u}{V}.f$

Thay số: V = 340 m/s, u = 36 km/h = 10 m/s, f = 1200 Hz ta được

$$f' = \frac{V+u}{V}.f = \frac{340+10}{340}.1200 \approx 1235,3\,(Hz)$$

Chọn phương án C.

**Câu 5.8.** Đổi u = 54 km/h = 15 m/s; v = 36 km/h = 10 m/s

Tần số của tiếng còi mà người ngồi trên ôtô khách nghe được tính theo công thức: $f' = \frac{V+u}{V-v}.f$

Thay số ta được: $f' = \frac{V+u}{V-v}.f = \frac{340+15}{340-10}.1500 \approx 1613,6\,(Hz)$

Chọn phương án B.

**Câu 5.9.** Tần số âm mà máy thu thu được khi máy thu chuyển động lại gần nguồn âm: $f_1' = \frac{V+u}{V}.f$ (1)

Tần số âm mà máy thu thu được khi máy thu chuyển động ra xa nguồn âm: $f_2' = \frac{V-u}{V}.f$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \frac{f_1'}{f_2'} = \frac{V+u}{V-u}$. Theo bài ra: $f_1' = \frac{9}{8}f_2' \Rightarrow \frac{V+u}{V-u} = \frac{9}{8}$

$$\Rightarrow u = \frac{1}{17}V = \frac{1}{17}.340 = 20\,(m/s) = 72\,(km/h)$$

Chọn phương án C.

**Câu 5.10.** Áp dụng công thức Đốp-Ple cho trường hợp tổng quát:

$$f = \frac{V+u}{V-v}.f_0$$

– Khi nguồn âm chuyển động thẳng đều lại gần thiết bị đang đứng yên thì thiết bị đo được tần số âm: $f_1' = \frac{V}{V-v}.f$ (1)

– Khi nguồn âm chuyển động thẳng đều ra xa thiết bị đang đứng yên thì thiết bị đo được tần số âm: $f_2' = \frac{V}{V+v}.f$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \frac{f_1'}{f_2'} = \frac{V+v}{V-v} \Rightarrow \frac{V+v}{V-v} = \frac{1600}{1200} = \frac{4}{3}$

$$\Rightarrow v = \frac{1}{7}V = \frac{1}{7}.340 \approx 48,57\,(m/s)$$

Chọn phương án B.

**Câu 5.11.** Áp dụng công thức Đốp – Ple cho trường hợp tổng quát:

$$f = \frac{V+u}{V-v}.f_0$$

– Khi máy thu chuyển động lại gần nguồn âm thì tần số của âm đo được là:

$$f_1' = \frac{V+u}{V}.f \qquad (1)$$

– Khi máy thu chuyển động ra xa nguồn âm thì tần số của âm đo được là:

$$f_2' = \frac{V-u}{V}.f \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \frac{f_1'}{f_2'} = \frac{V+u}{V-u} \Rightarrow f_2' = \frac{V-u}{V+u}.f_1' = \frac{340-20}{340+20}.900 = 800\,(Hz)$

Chọn phương án B.

**Câu 5.12.** Quá trình truyền sóng diễn ra theo hai giai đoạn:

– Giai đoạn 1: Sóng phát ra từ ôtô (máy phát) đang chuyển động với vận tốc $v_0$ lại gần hầm (máy thu). Tần số máy thu ở hầm ghi nhận được là: $f' = \frac{V}{V-v_0}.f \qquad (1)$

– Giai đoạn 2: Sóng phản xạ từ hầm (nguồn) đang đứng yên đến ôtô (máy thu) đang chuyển động với vận tốc $v_0$ lại gần nguồn. Tần số còi phản xạ từ hầm mà hành khách nghe được là:

$$f'' = \frac{V+v_0}{V}.f' \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow f'' = \frac{V+v_0}{V-v_0}.f \Rightarrow v_0 = \frac{f''-f}{f''+f}.V$

Thay số: $v_0 = \frac{900-800}{900+800}.340 = 20\,(m/s) = 72\,(km/h)$

Chọn phương án B.

**Câu 5.13.** Đổi: 9 (km/h) = 2,5 (m/s)

Quá trình truyền sóng diễn ra theo hai giai đoạn:

– Giai đoạn 1: Sóng phát ra từ dơi (máy phát) đang chuyển động lại gần vật cản (máy thu) đang đứng yên. Tần số sóng ở vật cản ghi nhận được là: $f' = \frac{V}{V-v_0}.f \qquad (1)$

– Giai đoạn 2: Sóng phản xạ từ vật cản (nguồn) đang đứng yên đến dơi (máy thu) đang chuyển động lại gần. Tần số sóng siêu âm phản xạ từ vật cản mà dơi thu được được là: $f'' = \frac{V+v_0}{V}.f' \qquad (2)$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow f'' = \frac{V+v_0}{V-v_0}.f = \frac{340+10}{340-10}.50000 \approx 53000\,(Hz) = 53\,(kHz)$

$$\Rightarrow f'' = \frac{V + v_0}{V - v_0}.f = \frac{340 + 2,5}{340 - 2,5}.50000 \approx 50740\ (Hz)$$

Chọn phương án C.

# BÀI TẬP TỔNG HỢP

## BẢNG ĐÁP ÁN

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.B | 2.C | 3.B | 4.D | 5.D | 6.A | 7.A | 8.C | 9.A | 10.A |
| 11.C | 12.B | 13.D | 14.A | 15.A | 16.B | 17.C | 18.D | 19.B | 20.A |
| 21.C | 22.C | 23.D | 24.D | 25.A | 26.C | 27.A | | | |

## HƯỚNG DẪN GIẢI

**Câu 5.** Khi âm thanh truyền từ không khí vào nước thì tần số của sóng không thay đổi còn vận tốc truyền sóng thay đổi, do vậy bước sóng thay đổi theo.

Chọn phương án D.

**Câu 6.** Tần số: $f = \frac{1}{T} = \frac{v}{\lambda} = \frac{110}{0,25} = 440\ (Hz)$

Chọn phương án A.

**Câu 7.** Ta có $\lambda_1 = v_1T; \lambda_2 = v_2T \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{1452}{330} = 4,4$

Như vậy khi sóng âm đó truyền từ nước ra không khí thì bước sóng của nó sẽ giảm 4,4 lần.

Chọn phương án A.

**Câu 8.** Từ biểu thức sóng $\Rightarrow$ tần số góc của sóng: $\omega = \frac{\pi}{3}$ rad/s

$\Rightarrow$ Chu kỳ: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\frac{\pi}{3}} = 6\ (s) \Rightarrow$ Bước sóng: $\lambda = vT = 40.6 = 240\ (cm)$

Chọn phương án C.

**Câu 9.** Từ phương trình sóng $u = a\cos 20\pi t$ cm $\Rightarrow$ tần số góc $\omega = 20\pi$ rad/s

$\Rightarrow$ Chu kỳ: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{20\pi} = 0,1\ (s)$. Ta có: $S = vt; \lambda = vT \Rightarrow \frac{S}{\lambda} = \frac{t}{T} = \frac{2}{0,1} = 20$

Chọn phương án A.

**Câu 10.** Bước sóng: $\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{40}{10} = 4\ (cm)$

Độ lệch pha giữa M và N: $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi.15}{4} = \frac{3\pi}{2} + 6\pi$

$\Rightarrow$ Dao động tại M và dao động tại N là vuông pha $\Rightarrow$ khi M có li độ cực đại thì li độ tại N sẽ bằng 0.

Chọn phương án A.

**Câu 11.** Thời gian sóng truyền từ S tới M là: $t_0 = \frac{x}{v}$

$\Rightarrow$ Biểu thức sóng tại M vào thời điểm t sẽ giống biểu thức sóng tại S vào thời điểm $t - t_0$: $u_M(t) = u_S(t - t_0) = a\cos[\omega(t - t_0) + \varphi]$

$$\Rightarrow u_M(t) = a\cos\left[\omega t - \frac{2\pi}{T}.\frac{x}{v} + \varphi\right] = a\cos\left(\omega t + \varphi - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

Chọn phương án C.

**Câu 12.** Thời gian sóng truyền từ O tới M là: $t_0 = \frac{d}{v}$

$\Rightarrow$ Biểu thức sóng tại O vào thời điểm t sẽ giống biểu thức sóng tại M vào thời điểm $t + t_0$:

$$u_O(t) = u_M(t + t_0) = a\cos 2\pi f(t + t_0) = a\cos 2\pi f\left(t + \frac{d}{v}\right) = a\cos 2\pi\left(ft + \frac{d}{\lambda}\right)$$

Chọn phương án B.

**Câu 13.** Phương trình dao động tại M: $u_M = 0{,}03\cos\left(2\pi t - 2\pi.\frac{d}{\lambda}\right)$

$$\Rightarrow u_M = 0{,}03\cos\left(2\pi t - 2\pi.\frac{1{,}5}{0{,}6}\right) = 0{,}03\cos(2\pi t - 5\pi)\ (m)$$

Chọn phương án D.

**Câu 14.** Ta có $\omega = 2\pi$ rad/s $\Rightarrow f = 1$ Hz $\Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{20}{1} = 20$ (cm).

Phương trình tại M: $u_M = 3\cos\left(2\pi t - 2\pi.\frac{d}{\lambda}\right)$ cm.

$$u_M = 3\cos\left(2\pi t - 2\pi.\frac{2{,}5}{20}\right)\ cm = 3\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right) cm$$

Chọn phương án A.

**Câu 15.** Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau, cùng nằm trên phương truyền sóng và dao động cùng pha chính là bước sóng:

$$\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{160}{50} = 3{,}2\ (m)$$

Chọn phương án A.

**Câu 16.** Từ $\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta d}{\lambda}$ và $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \Delta d = \frac{\lambda}{4} = \frac{3}{4} = 0{,}75$ m

Chọn phương án B.

**Câu 17.** Bước sóng $\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{10}{50} = 0{,}2\ (m) = 20\ (cm)$

Độ lệch pha giữa A và điểm M cách A một khoảng x là $\Delta\varphi = \frac{2\pi x}{\lambda}$

A và M dao động cùng pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = k2\pi \Leftrightarrow \frac{2\pi x}{\lambda} = k2\pi$

$\Leftrightarrow x = k\lambda = 20k$ cm (với k = 1, 2, 3,...)

Chọn phương án C.

**Câu 18.** Bước sóng $\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{10}{50} = 0,2\ (m) = 20\ (cm)$

Độ lệch pha giữa A và điểm M cách A một khoảng x là $\Delta\varphi = \frac{2\pi x}{\lambda}$

A và M dao động ngược pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = \pi + k2\pi \Leftrightarrow \frac{2\pi x}{\lambda} = \pi + k2\pi$

$\Leftrightarrow x = (2k+1)\frac{\lambda}{2} = 20\left(k + \frac{1}{2}\right)$ cm (với k = 0, 1, 2, )

Chọn phương án D.

**Câu 19.** Bước sóng: $\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{400}{80} = 5$ (cm)

Khoảng cách giữa hai điểm đang xét: $d = d_2 - d_1 = 33,5 - 31 = 2,5$ (cm)

$\Rightarrow$ Độ lệch pha giữa hai điểm này: $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi.2,5}{5} = \pi$ (rad)

Chọn phương án B.

**Câu 20.** Xét tại một điểm nhất định: $u(x_0, t) = \cos(20t - 4x_0)$ cm

Hàm này tuần hoàn theo thời gian t với chu kỳ: $\frac{2\pi}{20} = \frac{\pi}{10}$ (s)

Mặt khác ta biết tại một điểm nhất định, hàm sóng là một hàm tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ T $\Rightarrow T = \frac{\pi}{10}$ (s)

Xét tại một thời điểm nhất định: $u(x, t_0) = \cos(20t_0 - 4x)$

Hàm này tuần hoàn theo x với chu kỳ: $\frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$ (m)

Mặt khác ta biết tại một thời điểm nhất định, hàm sóng là một hàm tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ λ $\Rightarrow \lambda = \frac{\pi}{2}$ (m)

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng: $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\frac{\pi}{2}}{\frac{\pi}{10}} = 5$ (m/s)

Chọn phương án A.

**Câu 21.** Tại M sóng có biên độ cực đại nên thoả mãn $d_2 - d_1 = k\lambda$.

Vì giữa M và đường trung trực của AB còn có một gợn lồi nữa nên cực đại đi qua M ứng với k = 2.

Lúc đó ta có: $8 - 4 = 2\lambda \Rightarrow \lambda = 2$ cm

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng là $v = \lambda f = 2.40 = 80\ (cm/s) = 0,8$ m/s

Chọn phương án C.

**Câu 22.** Ta có: $-\dfrac{S_1S_2}{\lambda} < k < \dfrac{S_1S_2}{\lambda} \Rightarrow -2,5 < k < 2,5$

Do k nguyên $\Rightarrow k = 0,\ \pm1, \pm2 \Rightarrow$ có 5 giá trị của k, vậy có 5 dãy cực đại qua đoạn $O_1O_2$.

Chọn phương án C.

**Câu 23.** Bước sóng $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{30}{15} = 2\ (cm)$

*Cách 1:*

Gọi I là điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn $S_1S_2$. Gọi $d_1$ và $d_2$ lần lượt là khoảng cách từ I tới hai nguồn $S_1$ và $S_2$.

Ta có:

$$\begin{cases} d_2 - d_1 = k\lambda \\ d_2 + d_1 = d \end{cases} \Rightarrow 2d_2 = S_1S_2 + k\lambda \Rightarrow d_2 = \frac{S_1S_2}{2} + k\frac{\lambda}{2} = 4,1 + k\ \ (cm)$$

Vì $0 \le d_2 \le S_1S_2 \Rightarrow 0 \le 4,1 + k \le 8,2 \Rightarrow -4,1 \le k \le 4,1$

Do k nguyên $\Rightarrow k = 0,\ \pm1,\ \pm2, \pm3, \pm4 \Rightarrow$ Có 9 giá trị của k, vậy có 9 điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn $S_1S_2$.

*Cách 2:* Ta có: $\dfrac{d}{\lambda} = \dfrac{8,2}{2} = 4 + 0,1 = n + \Delta n$ (với $n = 4$ ; $\Delta n = 0,1$ )

$\Rightarrow$ Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn $S_1S_2$ là $2n + 1 = 9$.

Chọn phương án D.

**Câu 25.** Tổng số nút sóng trên dây (kể cả 2 nút ở 2 đầu) là: 2 + 2 = 4 (nút)

Mặt khác, khoảng cách giữa 4 nút sóng liên tiếp là 3 bó sóng; chiều dài mỗi bó sóng là $\dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow l = 3\dfrac{\lambda}{2} = 1,5\lambda$

$\Rightarrow$ Bước sóng: $\lambda = \dfrac{l}{1,5} = \dfrac{1,2}{1,5} = 0,8$ (m)

Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp với sợi dây duỗi thẳng là một nửa chu kỳ $\Rightarrow \dfrac{T}{2} = 0,05\ (s) \Rightarrow T = 0,1\ (s)$

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng trên dây: $v = \dfrac{\lambda}{T} = \dfrac{0,8}{0,1} = 8\ (m/s)$

Chọn phương án A.

**Câu 26.** Đây là hiện tượng sóng dừng với sợi dây 2 đầu cố định, số nút sóng trên dây (kể cả 2 đầu) là: 2 + 4 = 6 (nút) $\Rightarrow$ Có 5 bó sóng.

Mà chiều dài mỗi bó sóng là $\frac{\lambda}{2} \Rightarrow l = 5\frac{\lambda}{2} = 2,5\lambda$

$\Rightarrow$ Bước sóng: $\lambda = \frac{l}{2,5} = \frac{60}{2,5} = 2,4(\text{cm})$

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng trên dây: $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = 2,4.100 = 240\ (\text{cm/s})$

Chọn phương án C.

**Câu 27.** Bước sóng: $\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{400}{50} = 8\ (\text{cm})$

Vì sóng dừng xảy ra với một đầu cố định và một đầu tự do nên nếu gọi n là số bó sóng thì ta có: $l = n\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}$

$\Rightarrow$ Số bó sóng là $n = \frac{2l}{\lambda} - \frac{1}{2} = \frac{2.22}{8} - \frac{1}{2} = 5$

$\Rightarrow$ Số nút sóng = số bụng sóng = số bó sóng + 1 = 6

Chọn phương án A.

## BẢNG ĐÁP ÁN PHẦN BÀI TẬP ÔN TẬP

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. D | 2. A | 3. D | 4. A | 5. A | 6. B | 7.C | 8. D | 9. B | 10B |
| 11. B | 12. D | 13. A | 14. B | 15. A | 16. A | 17.A | 18. D | 19. D | 20A |
| 21. D | 22. B | 23. B | 24. A | 25. D | 26. C | 27.C | 28. B | 29. A | 30C |
| 31. B | 32. A | 33. C | 34. A | 35. C | 36. B | 37.D | 38. D | 39. D | 40A |
| 41. D | 42. D | 43. B | 44. A | 45. B | 46. C | 47.C | 48. B | 49. B | 50C |
| 51. D | 52. B | 53. C | 54. A | 55. B | 56. C | 57.C | 58. A | 59. D | 60C |
| 61. D | 62. A | 63. D | 65. A | 65. C | 66. D | 67.B | 68. C | 69. D | 70C |
| 71. A | 72. C | 73. D | 75. C | 75. B | 76. A | 77.C | 78. D | 79. C | 80C |
| 81. A | 87. A | 83. B | 85. D | 85. B | 86. C | 87.D | 88. C | 89. C | 90B |
| 91. B | 97. C | 98. D | 99. B | 95. B | 96. C | 97.D | 98. C | 99. B | 100A |
| 101. D | 102. C | 103. A | 104. A | 105. A | 106. B | 107.D | 108. B | 109. C | 110B |
| 111. D | 112. A | 113. B | 114. B | 115. B | 116. C | 117.B | 118. D | 119. B | 120A |
| 121. A | 122. C | 123. C | 124. B | 125. B | 126. A | 127.C | 128. A | 129. C | 130A |
| 131. B | 132. C | 133. D | 134. D | 135. D | | | | | |

# MỤC LỤC

**Chương I. ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN** ........ 5
*Dạng 1.* Bài toán liên quan đến phương trình động học của vật rắn quay quanh một trục cố định ........ 5
*Dạng 2.* Bài toán liên quan đến phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định ........ 14
*Dạng 3.* Vận dụng định luật bảo toàn momen động lượng ........ 22
*Dạng 4.* Vận dụng định lý động năng của vật rắn quay quanh một trục cố định ........ 27
**Chương II. DAO ĐỘNG CƠ HỌC** ........ 39
**Chủ đề 1. Đại cương về dao động điều hoà** ........ 39
*Dạng 1.* Tìm các đại lượng đặc trưng và viết phương trình dao động ........ 39
*Dạng 2.* Tìm thời điểm vật đi qua vị trí M và thời gian vật đi từ M đến N ........ 44
*Dạng 3.* Tìm quãng đường vật đi được trong một khoảng thời gian ........ 47
**Chủ đề 2. Con lắc lò xo** ........ 52
*Dạng 1.* Tìm các đại lượng đặc trưng và viết phương trình dao động ........ 52
*Dạng 2.* Bài toán về năng lượng của con lắc lò xo ........ 56
*Dạng 3.* Con lắc lò xo treo thẳng đứng và con lắc lò xo nằm trên mặt phẳng nghiêng . 59
*Dạng 4.* Hệ con lắc lò xo ........ 65
**Chủ đề 3. Con lắc đơn** ........ 72
*Dạng 1.* Tìm vận tốc của vật và lực căng sợi dây ........ 72
*Dạng 2.* Tìm các đại lượng đặc trưng và viết phương trình dao động của vật ........ 76
*Dạng 3.* Bài toán về năng lượng của con lắc đơn ........ 82
*Dạng 4.* Bài toán về sự va chạm của con lắc đơn ........ 85
*Dạng 5.* Con lắc đơn chịu tác dụng của lực khác ngoài trọng lực ........ 89
*Dạng 6.* Sự phụ thuộc của chu kỳ dao động con lắc đơn vào độ cao và nhiệt độ Sự nhanh chậm của đồng hồ quả lắc ........ 94
**Chủ đề 4. Con lắc vật lí** ........ 103
**Chủ đề 5. Các loại dao động** ........ 106
**Chủ đề 6. Tổng hợp các dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số** ........ 113
**Chương III. SÓNG CƠ HỌC** ........ 119
*Dạng 1.* Đại cương về sóng và viết phương trình sóng ........ 119
*Dạng 2.* Giao thoa sóng ........ 128
*Dạng 3.* Sóng dừng ........ 136
*Dạng 4.* Sóng âm ........ 143
*Dạng 5.* Hiệu ứng Đốp - Ple ........ 150
**Đáp án và hướng dẫn giải** ........ 181
Chương I. Động lực học vật rắn ........ 181
Chương II. Dao động cơ học ........ 207
Chương III. Sóng cơ học ........ 265